

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Приладобудівний факультет**

**Кафедра наукових, аналітичних та екологічних приладів і систем**

«На правах рукопису»  
УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»  
В.о.завідувача кафедри  
\_\_\_\_\_ Защепкіна Н.М.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка  
на тему: «Вдосконалення системи моніторингу технологічних викидів  
комбікормових заводів»

Виконав:

Студент VI курсу, групи ПН-81мп

Богданов В.В. \_\_\_\_\_

Керівник:

д.т.н., проф. Шульга О.В. \_\_\_\_\_

Консультант з «Розроблення стартап-проекту»:

д.е.н., доцент Бояринова К.О. \_\_\_\_\_

Рецензент:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Факультет приладобудівний

Кафедра наукових, аналітичних та екологічних приладів і систем

Освітній ступінь “магістр”

Галузь знань 15 - Автоматизація та приладобудування

Спеціалізація 152 - «Інформаційно-вимірювальні системи та технології  
екологічного моніторингу»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. завідувача кафедри  
\_\_\_\_\_ Защепкіна Н.М.

\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2019 р.

ІНДИВІДУАЛЬНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ПЛАН  
НА ДРУГИЙ РІК НАВЧАННЯ  
БОГДАНОВА ВОЛОДИМИРА ВОЛОДИМИРОВИЧА

1.Тема дисертації: «Вдосконалення системи моніторингу технологічних викидів комбікормових заводів», затверджена наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р. № \_

2. Термін здачі оформленої дисертації «11» грудня 2019 р.

3. Об’єкт дослідження – процес формування та розповсюдження технологічних викидів комбікормових заводів.

4. Предмет дослідження – технічні засоби вимірювання для контролю технологічних викидів комбікормових заводів .

5. Перелік питань, які мають бути досліджені.

5.1. Теоретичні дослідження:

5.1.1.Проаналізувати характеристики пилу та особливості комбікормового пилу як забруднюючої речовини та вплив на здоров’я та довкілля;

5.1.2.Провести дослідження державної нормативно – правової бази по визначенню й нормування технологічних викидів та провести порівняльний аналіз з міжнародними нормативами;

5.1.3. Дослідити особливості технологічного процесу виготовлення комбікормів;

5.2. Експериментальні дослідження:

5.2.1. Виміряти й розрахувати викиди технологічних процесів комбікормового заводу;

5.2.2. Провести аналіз концентрацій забруднюючих речовин комбікормового виробництва відповідно до їх нормативних значень;

5.2.3. Побудувати розсіювання викидів речовин у вигляді твердих суспендованих частинок;

5.2.4. Побудувати діаграму розподілу викидів комбікормового підприємства

6. Перелік публікацій:

7. Педагогічна практика

7.1 Ознайомитися зі змістом галузевого стандарту та робочим навчальним планом 2019/20 н.р. освітньої програми «Інформаційні вимірювальні технології екологічної безпеки».

7.2. Провести два практичні заняття з дисципліни «Основи метрології та інформаційно-вимірювальної техніки».

Дата видачі

“\_\_\_” вересня 2019 р.

Науковий керівник

\_\_\_\_\_ д.т.н., проф. О.В. Шульга

Прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ Богданов В.В.

## 9. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 5. Стартап проект «Вдосконалення системи моніторингу технологічних викидів комбікормових заводів»	Бояринова К.О., доктор економічних наук, доцент		

10. Дата видачі завдання “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2019 р.

## Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Проаналізувати характеристики пилу та особливості комбікормового пилу як забруднюючої речовини та вплив на здоров'я і довкілля;	20.09.2019	
2	Провести дослідження державної нормативно-правової бази по визначенню й нормуванню технологічних викидів та провести порівняльний аналіз з міжнародними нормативами;	01.10.2019	
3	Дослідити особливості технологічного процесу виготовлення комбікормів	20.10.2019	
4	Провести аналіз концентрації забруднюючих речовин комбікормового виробництва відповідно до їх нормативних значень;	25.10.2019	
5	Виміряти й розрахувати викиди технологічних процесів комбікормового заводу;	30.10.2019	
6	Побудувати діаграму розподілу викидів комбікормового підприємства	20.11.2019	
7	Оцінити вплив викидів на довкілля, площу розсіювання та санітарно-захисну зону;	25.11.2019	
8	Провести дослідження відомих методів та засобів вимірювання технологічних викидів комбікормових заводів;	30.11.2019	
9	Виконати порівняльний аналіз відомих методів та характеристик засобів вимірювання технологічних викидів;	05.12.2019	
10	Вдосконалити систему моніторингу технологічних викидів комбікормових заводів;	09.12.2019	
11	Оформлення магістерської дисертації;	12.12.2019	
12	Підготовка доповіді;	13.12.2019	

Дата видачі

Науковий керівник

Прийняв до виконання

“\_\_\_” вересня 2019 р.

\_\_\_\_\_ д.т.н., проф. О.В. Шульга

\_\_\_\_\_ Богданов В.В.

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається з пояснювальної записки 108 с., 32 рисунків, 21 таблиці, 29 літературних джерел.

Вдосконалення системи моніторингу технологічних викидів комбікормових заводів. Проведено дослідження нормативних баз за контролем по викидах. Проведено вимір та розрахунок викидів типового комбікормового заводу. Побудовано розсіювання забруднюючої речовини на місцевості. Побудовано діаграму розподілу викидів комбікормового підприємства. Оцінено вплив підприємства на довкілля. Проведено аналіз методів та засобів вимірювання пилу

**Ключові слова:** пил, аерозолі, концентрація викидів, розсіювання, приземна концентрація, діаграма розподілу, комбікормовий завод, вимірювання ГДК.

## ABSTRACT

The master's thesis consists of an explanatory note of 108 pages, 32 drawings, 21 tables, 29 sources.

Improvement of the monitoring system of technological emissions of feed mills. Research of regulatory bases on emission control has been carried out. Measurement and calculation of emissions of a typical feed mill have been carried out. Scattering of pollutants in the terrain was constructed. The emission distribution chart of the feed enterprise has been constructed. The impact of the enterprise on the environment is estimated. Dust measurement methods and means are analyzed.

**Keywords:** dust, aerosols, emission concentration, scattering, surface concentration, distribution chart, feed mill, MPC measurements.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ГДК – гранично-допустимі концентрації;

ОБРВ – орієнтовно безпечні рівні впливу;

КЗ – комбікормові заводи;

КК – комбікорм – концентрат;

ПК – повнораціонний комбікорм;

К – комбікорм;

БВД (БВМД) – білково-вітамінні (мінеральні) добавки;

ЗМЦ – змінник цільного (незбираного) молока;

П – премікси;

ПВП – первинний вимірювальний перетворювач;

ВВП – вторинний вимірювальний перетворювач;

СЗЗ – санітарно – захисна зона;

ГОУ – газоочисні установки;

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ УТВОРЕННЯ ПИЛУ У КОМБІКОРМОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ. НОРМАТИВИ ВИКИДІВ.....	13
1.1 Поняття пилу та інших видів аерозолів. Класифікація пилу.....	13
1.2 Дисперсність пилу.....	16
1.3 Відбір проб пилу з газового потоку.....	18
1.4 Характеристика та особливості комбікормового пилу як забруднюючої речовини.....	19
1.5 Європейські стандартів ISO та директиви.....	26
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	28
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КОМБІКОРМОВОГО ВИРОБНИЦТВА.....	30
2.1 Склад комбікормів.....	30
2.2 Технологічний процес виготовлення комбікормів.....	32
2.3 Характеристика технологічного процесу підприємства.....	34
2.3.1 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин.....	34
2.3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин.....	36
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	42
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗПОДІЛУ ВИКИДІВ КОМБІКОРМОВОГО ПІДПРИЄМСТВА .....	43
3.1 Розрахунок викидів забруднюючих речовин.....	45
3.1.1 Розрахунок викидів від зернопереробки та елеваторів.....	45
3.1.2 Розрахунок викидів від постів завантаження і розвантаження.....	47
3.2 Загальні положення побудови розсіювання викидів комбікормового підприємства .....	53
3.2.1 Головні положення атмосферної дифузії .....	53
3.2.2 Особливості застосування методики розрахунків приземних концентрацій забруднюючих речовин для України.....	57



3.3 Оцінка впливу викидів комбікормового заводу.....	65
3.3.1 Побудова діаграм розсіювання твердих суспендованих частинок джерел викидів комбікормового підприємства .....	65
3.3.2 Аналіз впливу викидів комбікормового підприємства.....	68
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	84
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИКИДІВ КОМБІКОРМОВИХ ЗАВОДІВ».....	87
4.1 Опис ідеї проекту.....	87
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	89
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	90
4.4 Аналіз пропозицій ринку .....	93
4.5 Фактори конкурентоспроможності.....	95
4.5. Аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту.....	95
4.6 SWOT-аналіз стартап-проекту.....	96
4.7 Альтернативи ринкової поведінки.....	97
4.8 Розроблення ринкової стратегії проекту.....	98
4.9 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	100
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4.....	102
ВИСНОВКИ.....	104
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	106

## ВСТУП

Однією з найбільш актуальних і гострих проблем людства нині є охорона навколишнього природного середовища, оскільки процеси негативної трансформації набули глобально-небезпечного характеру через високі темпи зростання та досягнення критично допустимих обсягів.

Наразі Україна обрала шлях інтеграції до ЄС, тому актуальним завданням сьогодні є реформування різних секторів економіки та приведення їх до європейських норм. Значне місце в формуванні ВВП країни та забезпечення продовольчої безпеки відведене сільському господарству і галузі птахівництва у тому числі.

Сучасний аграрно–промисловий комплекс (АПК) є важливим сектором економіки України. Ядром АПК є сільське господарство до складу якого входить комбікормова галузь, яка представлена 120–ма різними виробниками кожен з яких має в розпорядженні в середньому 4 комбікормових заводи (КЗ), що забезпечують виробничу потужність галузі на рівні 12-15 млн. тонн на рік. Основними виробниками комбікормів є агрохолдинги, що займають 87% загального виробництва комбікормів [6].

До початку 2000 років значна кількість агрохолдингів та КЗ, розташовувалась, як правило неподалік від міста та в промислових зонах, загалом за межами міської забудови. За останні роки ситуація суттєво змінилася через розширення та глобалізацію міст заводи почали обростати житловими будинками та спорудами, що з огляду на тенденцію збільшення виробництва спричиняє негативний вплив на людський організм, та довкілля загалом.

Кожний КЗ є джерелом викиду забруднюючих речовин (ЗР) зважаючи на особливості технологічного процесу основою ЗР, яка потрапляє в атмосферне повітря, є тверді суспендовані частинки (пил). Враховуючи динаміку зростання виробництва комбікормів [2], та виходячи з вищезазначених даних можна підрахувати, що комбікормова галузь України щорічно викидає в атмосферне повітря більше 170 тис. тонн пилу в рік [3].

Основою для даного підходу є не лише вивчення кількості ЗР, що викидається, а й проведення розрахунків розсіювання ЗР з метою визначення зони впливу ЗР і факторів, що впливають на утворення зони. Дослідження закордонних вчених, щодо параметрів, які впливають на розповсюдження викидів від зерно перероблювальних виробництв та елеваторів визначають основні фактори впливу [6]. Виникає потреба у створенні оцінки розподілу концентрацій з урахуванням організованих та неорганізованих джерел викиду. Особливо важливим є необхідність постійного контролю прямими інструментальними вимірюваннями рівня концентрації впливу безпосередньо під час виробництва технологічних процесів.

**Об'єкт дослідження** – процес формування та розповсюдження технологічних викидів комбікормових заводів.

**Предмет дослідження** – методики та інструментальне забезпечення вимірювання показників забруднюючих речовин в контролі технологічних викидів комбікормових заводів .

**Метою дослідження** є підвищення надійності та достовірності вимірювання концентрації викидів комбікормових підприємств.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні **завдання**:

- проаналізувати характеристики пилу, особливості комбікормового пилу як забруднюючої речовини, його вплив на здоров'я людини та довкілля;
- провести дослідження державної нормативно-правової бази по визначенню й нормування технологічних викидів підприємств вибраного профілю та провести порівняльний аналіз із міжнародними нормативами;
- дослідити особливості технологічного процесу виготовлення комбікормів;
- виміряти й розрахувати викиди що виникають в технологічних процесах комбікормового заводу;
- провести аналіз концентрацій забруднюючих речовин комбікормового виробництва відповідно до їх нормативних значень;

- побудувати розсіювання викидів речовин у вигляді твердих суспендованих частинок;
- побудувати діаграму розподілу викидів комбікормового підприємства
- оцінити вплив викидів на довкілля, площу розсіювання та санітарно-захисну зону;
- провести дослідження відомих методів та засобів вимірювання технологічних викидів комбікормових заводів;
- виконати порівняльний аналіз доступних методів та характеристик засобів вимірювання технологічних викидів КЗ;
- вдосконалити систему моніторингу технологічних викидів комбікормових заводів.

**Наукова новизна** роботи полягає у апробації методик вимірювання ГДК викидів комбікормових заводів сучасними комп'ютеризованими засобами моніторингу, розробленими у відповідності з вимогами методики ОНД-86 і призначених для розрахунку концентрацій забруднення атмосферного повітря, селітебних і промислових територій.

**Практична цінність** отриманих результатів полягає в розробці методики контролю викидів комбікормових заводів. Одержані в результаті розрахунку концентрації слугують основою для побудови карт розповсюдження забруднюючих речовин на розрахунковій ділянці. Величина концентрації визначається у відносних одиницях (частках ГДК).

## РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ УТВОРЕННЯ ПИЛУ У КОМБІКОРМОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Аерозоль являє собою дисперсну систему, в якій дисперсною середовищем є газ, зокрема, повітря, а дисперсною фазою – тверді або рідкі частинки. Найбільш дрібні (тонкі) аерозольні частинки за розмірами близькі до великих молекул, а для найбільш великих найбільший розмір визначається їх здатністю більш – менш тривалий час перебувати в підвішеному стані. Зазвичай мова йде про частки розміром до 100-200 мкм, а за деякими уявленнями до 500 мкм. Розрізняють дисперсійні і конденсаційні аерозолі. Дисперсійні аерозолі утворюються при подрібненні (диспергування) твердих і рідких речовин. Конденсаційні аерозолі утворюються при конденсації насичених парів, а також у результаті газових реакцій [10].

Дисперсійні частки зазвичай значно грубіші, ніж конденсаційні, мають більшу полу дисперсність та неправильну форму. Конденсаційні аерозолі мають часто правильну кулясту або кристалічну форму і при коагуляції, зливаючись, знову отримують кулясту форму. До аерозолів відносять пил, тумани і дими. [9]

### 1.1 Поняття пилу та інших видів аерозолів. Класифікація пилу.

У техніці і в повсякденному житті постійно доводиться стикатися з речовинами, що знаходяться в подрібненому стані. Багато технологічних процесів наведення їх у такий стан, наприклад, помел зерна для отримання борошна.

Основну увагу приділено розгляду пилу, так як в більшості випадків повітря доводиться очищати від даного виду аерозолу. Більшість систем очищення призначена для уловлювання пилу. Розглядаються також і інші види аерозолів.

Пилом називають дисперсійні аерозолі з твердими частинками, незалежно від дисперсності. Пилом зазвичай також називають сукупність осілих частинок (гель або аерогель).

Під туманами розуміють газоподібне середовище з рідкими частинками як конденсаційними, так і дисперсійними, незалежно від їх дисперсності.

Димами називають конденсаційні аерозолі з твердою дисперсною фазою або включають частки і тверді, і рідкі.

На практиці часто доводиться зустрічати з аерозолями, що включають частки як дисперсійного, так і конденсаційного походження, зазвичай ультрамікроскопічних розміру.

Часто буває важко провести чітку межу між різними видами аерозолів.

Пояснюється це тим, що аерозольні системи складаються з частинок різного походження. Відбувається до того ж безперервна взаємодія цих частинок, осадження малих частинок на більші. Аерозольна система не знаходиться в незмінному стані. В результаті взаємодії часток відбувається їх укрупнення, руйнування конгломератів, осадження частинок [8].

Аерозолі зазвичай полідисперсні, містять частинки різних розмірів. Монодисперсні частки зустрічаються як виняток. Їх в деяких кількостях у вигляді порошків виготовляють для калібрування пиломірів.

Пил може бути класифікована за кількома ознаками, в тому числі за своїм походженням, за матеріалом з якого вона утворена. Залежно від походження розрізняють пил природного походження і промислового. Перший утворюється в результаті процесів, які пов'язані безпосередньо з процесом виробництва, хоча в багатьох випадках є взаємозв'язок між цим видом пилоутворення і господарською діяльністю людини.

До пилу природного походження відносять пил, що утворюється в результаті ерозії ґрунту (на цей процес, звичайно, впливає діяльність людини), а також пил, що виникає при вивітрюванні гірських порід, пил космічного походження і т. д.

Природне походження мають також органічні пилоподібні частки – пилок, спори рослин.

Близький за складом пил, що виникає при вивітрюванні будівельних конструкцій, доріг та інших споруд [15].

З пилом природного походження доводиться стикатися, головним чином, при вирішенні питань очищення припливного повітря перед надходженням його в вентилязовані приміщення. Промисловий пил виникає в процесі виробництва. Майже кожному виду виробництва, кожного матеріалу або виду сировини супроводжує певний вид пилу.

Багато технологічних процесів спрямовані на отримання різних матеріалів, що складаються з дрібних частинок, наприклад, цементу, будівельного гіпсу, борошна. Сукупність цих частинок правильно називати пилоподібним матеріалом. Відповідно пилом (наприклад, цементної, борошняний) зазвичай називають найбільш дрібні частинки цих матеріалів, що розноситься потоками повітря. [14]

Більшість видів пилу виникає в результаті процесів, пов'язаних з обробкою матеріалів (різання, шліфування), їх сортуванням та транспортуванням (навантаження, розвантаження).

Залежно від матеріалу, з якого пил утворений, він може бути органічний та неорганічний.

У свою чергу органічний пил буває рослинного (деревина, бавовняна, борошняна, тютюнова, чайна) і тваринного (вовняна, кістяна) походження.

Неорганічний пил підрозділяється на мінеральний (кварцовий, цементна) і металевий (сталевий, чавунна, мідна, алюмінієва).

Значна частина промислового пилу – змішаного походження, тобто складається з частинок неорганічних і органічних або, будучи органічним, включає в себе частинки мінерального і металевих пилу. Наприклад, зерновий пил, крім частинок, що утворюються при подрібненні зерна, містить також мінеральні частинки, що потрапили в масу зерна при вирощуванні і зборі врожаю. Пил, що виділяється при шліфуванні металевих виробів, крім металевих частинок, містить мінерали, які утворюються при взаємодії обробленого металу і знарядь його обробки (абразивного круга). Це потрібно врахувати при виборі методів очищення і пиловловлюючого обладнання.

## 1.2 Дисперсність пилу

Дисперсність – ступінь подрібнення речовини. Під дисперсним (зерновим, гранулометричним) складом розуміють розподіл часток пилу за розмірами. Він показує, з частинок якого розміру складається дана пил, і масу або кількість частинок відповідного розміру.

Дисперсність в значній мірі визначає властивості пилу. В результаті подрібнення змінюються деякі властивості речовин і купуються нові. Це викликано, в основному, тим, що при диспергування речовини багаторазово збільшується його сумарна поверхню. Наприклад, при подрібненні тіла, що має форму куба і розміри 20x10x10 мм, і перетворення його в частинки кубічної форми з розміром 1 мкм, сумарна поверхня матеріалу зростає в 1000 разів і стане рівною 6 м<sup>2</sup> (замість 600 мм<sup>2</sup>). [11]

В результаті різкого збільшення сумарної поверхні речовини підвищується поверхнева енергія, що тягне за собою збільшення фізичної і хімічної активності. Дуже швидко і інтенсивно протікають реакції окислення цих речовин. Про підвищення фізичної активності говорить, наприклад, той, що подрібнені речовини розчиняються у багато разів швидше, ніж вихідний матеріал.

У зваженому газоподібному середовищі присутня волога, пари кислот, лугів. В результаті їх поглинання властивості частинок відрізняються від властивостей вихідного матеріалу.

Дисперсний склад характеризує пил з різних сторін. Крім фізичних і хімічних властивостей, дисперсний склад визначає значною мірою характер і умови розповсюдження пилу в повітряному середовищі. Дрібнодисперсний пил не осідає.

Таким чином, розсіювання пилових частинок в повітрі значною мірою визначається дисперсним складом пилу. Найважливіше питання пиловловлення – вибір пиловловлюючого обладнання – вирішується головним чином на підставі дисперсного складу пилу у табл. 1.1.



Таблиця 1.1

Дисперсний склад пилу [13].

Розмір частинок фракцій, мкм	<1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 5	5 - 7,5	7,5 - 10	10 - 7,5	15 - 25	25 - 35	35 - 50	>50
Фракцій, % від загальної маси частинок	2,19	3,73	7,89	13,1-6	15,45	21,1-3	18,6-3	6,06	5,1	6,6-6

Результати визначення дисперсного складу можуть бути представлені у вигляді таблиці, в якій наведено відсотки маси або числа частинок, з розмірами менше або більше заданого. Приклад – табл. 1.2 [15].

Таблиця 1.2

Фракції пилу з частинками менше, або більше заданого розміру

Розмір частинок, мкм	1,5	2,5	4	7	10	15	25	50
Маса частинок більше d, %	97,81	94	86,19	70,74	49,61	30,98	17,82	6,66
Маса частинок менше d, %	2,19	5,92	13,81	29,26	50,39	69,02	82,18	93,34

Дисперсність пилу, що утворюється при подрібненні матеріалу протягом досить тривалого часу, підпорядковується логарифмічно нормальному закону розподілу. Дане положення неодноразово підтверджено експериментально.

Графік дисперсного складу пилу зазвичай виконують в ймовірностно-логарифмічній системі координат. На осі абсцис відкладають логарифми діаметрів частинок, на основі ординат – масу даної пилу відповідного розміру в процентах. Розподіл маси пилу за діаметрами часток виражається прямий або близькою до неї лінією.

ГОСТ 12.2.043 – 80 поділяє сукупність пилових часток в залежності від дисперсності на п'ять груп: I – найбільш крупнодисперсний пил; II – крупнодисперсний пил; III – середньодисперсний пил; IV – дрібнодисперсний пил;

V – найбільш дрібнодисперсний пил. Номограма для визначення групи дисперсності пилу показана на рис. 1.1.

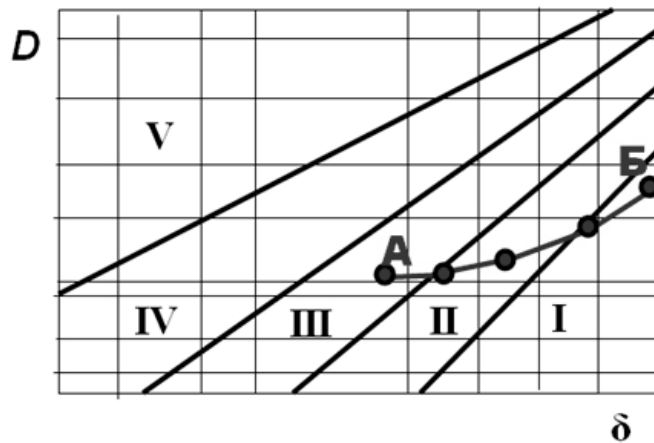


Рис. 1.1 – Номограма для визначення групи дисперсності пилу:  $\sigma$  – розмір часток пилу;  $D$  – сумарна маса всіх частинок пилу, що мають розмір менше даного  $S$ , % (від загальної маси частинок пилу); I-V – зони, що характеризують групи дисперсності пилу [9].

Якщо лінія, що характеризує дисперсний склад пилу, проходить по декількох ділянках номограми, пил відносять до групи, вищою за дисперсності. Дисперсність пилу характеризує також медіанний діаметр.

Медіанного діаметром 850 називають такий розмір частинок, за яким масу пилу можна розділити на дві рівні частини: маса частинок дрібніше 850 становить 50% всієї маси пилу, так як і маса частинок більше 850 [11].

### 1.3 Відбір проб пилу з газового потоку

Для відбору проб пилу з повітропроводів застосовують два способи: зовнішньої фільтрації, при якому використовують закритий алонж з фільтром, розташований поза повітропроводом, і внутрішньої фільтрації, коли відкритий алонж з фільтром знаходиться безпосередньо в повітропроводі. (рис.1.2 а), б)).

При зовнішній фільтрації в повітропроводі вводять пило відбірну трубу з наконечником. Застосовують пило відбірні труби різних систем, в тому числі універсальну пило відбірну трубу [22]

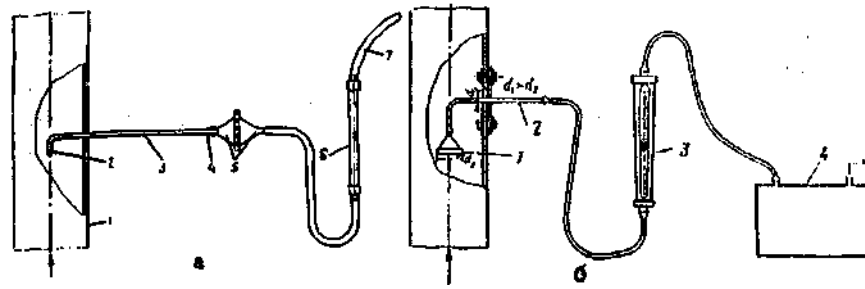


Рис. 1.2 – Відбір проб пилу з повітропроводів: а) відбір проб пилу за способом зовнішньої фільтрації: 1 – повітропровід; 2 – знімний наконечник; 3 – пило відбірна труба; 4 – ущільнююча муфта; 5 – закритий аллонж; 6 – ротаметр; 7 – трубка до побуднику витрати. б) відбір проб за способом внутрішньої фільтрації: 1 – відкритий аллонж; 2 – металева трубка; 3 – ротаметр; 4 – побічні витрати [22].

Трубки оснащуються знімними наконечниками різних розмірів які представлені в табл. 1.3:

Таблиця 1.3

Діаметри змінних наконечників [25].

№ наконечника	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Розрахунковий діаметр, мм	4,6	6,5	8	9,2	10,3	11,3	12,2	13	13,8	14	17,8	20,6

Наконечники великих розмірів зазвичай використовують для відбору проб пилу для дисперсного аналізу, так як в цьому випадку необхідні значні обсяги зразка. [12]

#### 1.4 Характеристика та особливості комбікормового пилу як забруднюючої речовини

У різних галузях промисловості (наприклад, у промисловості будівельних матеріалів, хімічної та гірничорудної) під пилом розуміють вид аерозолі, тобто дисперсну систему, що складається з дрібних твердих часток, що перебувають у зваженому стані в газовому середовищі.

У зернопереробної промисловості до виробничого пилу відносять дрібні і легкі органічні й неорганічні тверді частинки, які виділилися у виробниче приміщення із зернової маси при переміщенні, обробці та переробці зерна, а також різних сипучих компонентів комбікормів. Причому до пилу відносять не тільки частки, зважені в повітрі (аерозоль), але й частки, що осіли на поверхні обладнання і будівельних конструкцій будівлі (аерогель) [28].

Особливо велика кількість пилу утворюється при переробці зерна в машинах ударної дії, наприклад, в оббивальних і вимольних машинах, в молоткових дробарках і вальцових верстатах. У цих машинах іноді можуть виникати підвищені вибухонебезпечні концентрації пилу, які усувають аспіраційним обладнанням.

Пил, проникаючи через нещільність корпусів устаткування в повітря приміщення, підвищує його запиленість, погіршує умови роботи людини, знижує продуктивність праці, підвищує тертя та зношування в машинах, сприяє виникненню пожеж, пилових вибухів і. п. Пил, що знаходиться в двох станах: у аерозольному( зваженому) і в аерогельному ( осілому), може переходити з одного стану в інший. З першого стану в другий пил переходить під дією сил тяжіння, а також електричних або відцентрових сил. З другого стану в перший пил переходить під дією сил, що обурюють, викликаних вібрацією, ударами або потоками повітря. Склад пилу залежить від його походження [27].

Промисловий пил складається з тих же продуктів і речовин, які переробляють на даному підприємстві.

Зерновий пил складається з двох частин: мінеральної та органічної. На елеваторах пил містить до 50% мінеральних частинок. У зерноочисних відділеннях борошномельних заводів і крупозаводів переважає органічний пил (до 80. 95%). У розмельних і вибійних відділеннях борошномельних заводів весь пил борошняний, органічного походження. На підприємствах зі зберігання та переробки зерна пил за цінністю може бути непридатний

(чорний) зольністю більше 6,5% (підлягає знищенню); кормовий (сірий) зольністю 2 – 6,5% (може йти на корм худобі та птиці); харчовий борошняний (білий) зольністю менше 2% (використовується як харчовий продукт при виробленні борошна другого сорту).

Пил комбікормових заводів характеризується дуже різними властивостями, оскільки утворюється при обробці різних видів сировини, використовуваних для отримання комбікормів. У зерновому пилу (ячмінь, солод) містяться частинки розміром до 1 мкм – 8,3%, від 1 до 5 мкм – 16,6% від 5 до 10 мкм – 24,8%, понад 10 мкм – 50,3% [17].

Оскільки розміри частинок коливаються в широких межах – від часток у мікромметр до 250 мкм. У залежності від розмірів частинок пил умовно поділяють на великий (50. 250мкм), середній (10. 50мкм) і дрібний (менше 10мкм).

На елеваторах і складах для зерна переважає великий пил, в зерноочисних відділеннях борошномельних заводів і крупозаводах – середній пил, в розмельних і вибійних відділеннях борошномельних заводів – дрібний пил (70 – 80 % з розміром частинок менше 3 мкм), в луцильних відділеннях крупозаводів і на комбікормових заводах – також дрібний пил.

Шкідливість пилу залежить від розмірів та його хімічного складу. Великий пил менш небезпечний, ніж дрібний, так як він затримується при диханні на слизових оболонках носа. Дрібний пил з розміром часток 5 – 10мкм – найнебезпечніша для здоров'я людини. Хімічний склад пили здебільшого визначає його шкідливість, яку оцінюють за вмістом діоксиду кремнію (кремнезему) [22].

Встановлено, що для збереження здоров'я людей вміст пилу в повітрі виробничих приміщень не повинен перевищувати меж, встановлених ГН 2.2.5.66 – 98 «Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Гігієнічні нормативи.» Частота повітря в робочих приміщеннях повинна підтримуватися за запиленості на рівні, що не перевищує гранично допустимих концентрацій (ГДК):  $4\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$  зернового пилу

і  $6 \text{ мг/м}^3$  борошняний. У місцях постійного проживання людей запиленість повітря не повинна перевищувати  $0,5 \text{ мг/м}^3$  незалежно від виду пилу. Допустима концентрація пилу при викиді в атмосферне повітря після очистки в аспіраційних та пневмотранспортних установках визначається розрахунком розсіювання повітря.

Одне з основних завдань, що вирішується за допомогою вентиляційних та аспіраційних установок, - забезпечення чистоти повітря по запиленості, що не перевищує ці межі. Чистоту повітря в робочих приміщеннях (за запиленості) можна забезпечити аспіраційними установками допомогою ефективності аспірації всього устаткування, в якому утворюється пил. Чистоту повітря, що викидається в атмосферу, можна забезпечити в тому числі застосуванням високоефективних пиловловлювачів (бажано фільтрів).

Щодо мікробіологічного складу комбікормів існує вражена динаміка загального мікробного забруднення повітря у виробничих приміщеннях в залежності від обстежуваної ділянки і виду технологічних операцій.

Високі концентрації мікроорганізмів спостерігалися на таких ділянках, як подрібнення, просіювання, змішування та при ручному завантаженні компонентів. Кількість виділених мікроорганізмів корелювало з рівнем пилу, що підтверджується роботами дослідників. [21]

Існує прямо пропорційна залежність концентрації мікроорганізмів у виробничому середовищі від концентрації пилу ( $r=0,7$ ;  $p<0,01$ ). А в кормоцехах та кормокухнях по приготуванню кормів для птиці, наявне експоненційне зростання мікроорганізмів, відносно концентрації пилу.

Джерелами викидів пилу з димовими газами є виробничі процеси теплових електростанцій (ТЕС), теплоелектроцентралей (ТЕЦ), металургійних заводів, збагачувальних фабрик гірничо-металургійного комплексу, цементних заводів, елеваторів, сміттєспалювальних заводів. Значна кількість пилу виділяється при перевалці сипучих вантажів. Частинки, що утворюються в результаті згорання, можуть мати в собі небезпечні речовини, так як: азбест, важкі метали тощо.

Пил у димових газах промислових підприємств характеризується великими концентраціями, широким спектром розмірів частинок (0,1- 120 мкм), високими швидкостями і температурами пило-газового потоку.

Підвищена увага до питань охорони довкілля, включаючи санітарні норми, атестацію робочих місць, викликає необхідність цілодобового контролю концентрації пилу автоматичними пиломірами, що реалізують різні методи вимірювання залежно від умов експлуатації, місця установки, режиму експлуатації, діапазонів, вимог до швидкодії і надійності [29].

Згідно Державних санітарних правил охорони атмосферного повітря населених місць від забруднення хімічними і біологічними речовинами, ДСП -201-97 встановлені нормативи гранично-допустимих концентрацій (ГДК) пилу різних речовин табл. 1.4.

*Таблиця 1.4*

Нормативи гранично-допустимих концентрацій (ГДК) пилу різних речовин [23].

Назва Речовини	Максимально разова ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Максимально разова ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки
Пил азбестовмісний	-	0,06 волокон в 1 мл повітря	1
Пил бавовни	0,2	0,05	3
Пил зерновий	0,2	0,03	3
Пил каїніту	0,5	0,1	3
Пил калімагнезії	0,5	0,15	3
Пил неорганічний	0,3	0,1	3
Пил поліметалічний	-	0,001	1
Пил цементного виробництва	-	0,02	3
Піридин	0,08	0,08	2
Поліфеніленоксид	0,5	0,15	4

*\*гранично допустима максимальна разова концентрація (ГДК) шкідливих речовин у повітрі місцевості, що не викликає протягом 30 хв, рефлекторних (спонтанних) реакцій в організмі людини;*

*\*\*гранично допустима середньодобова концентрація (ГДК) речовини в повітрі місцевості, що шкідливо не впливає на людину протягом невизначеного тривалого періоду (роки).*

З Таблиці 1.4, витікає що діапазон вимірювання концентрації різних видів пилу у атмосферному повітрі коливається у межах 0,0001 до 0,5 мг/м<sup>3</sup>.

Відповідно до наказу №309 від 27.06.2006 «Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел» масові концентрації суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом, не повинні перевищувати встановлених значень нормативів граничнодопустимих викидів, наведених у табл. 1.5 [21]

*Таблиця 1.5*

Масові концентрації твердих суспендованих частинок недиференційованих за складом.

Клас небезпеки речовини	Назва речовини	Величина масової витрати, г/год	Гранично-допустимі викиди, мг/куб.м
I - IV	Речовини у вигляді твердих суспендованих частинок недиференційованих за складом	понад 500 г/год	50 мг/куб.м
I - IV	Речовини у вигляді твердих суспендованих частинок недиференційованих за складом	менше або дорівнює 500 г/год	150 мг/куб.м

Згідно наказу №177 від 10.05.2002 «Про затвердження Інструкції та критерії взяття на державний облік об'єктів, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря» в табл. 1.6 наведений перелік забруднюючих речовин та порогові значення потенційних викидів, за якими здійснюється державний облік забруднень атмосферного повітря [19].



Таблиця 1.6

Порогові значення потенційних викидів, за якими здійснюється державний облік [19]/

Код	Найменування	Порогові значення викидів, тонн/рік
3000	Речовини у вигляді твердих суспендованих частинок (мікрочастинки та волокна)	3
3001	Речовини у вигляді твердих суспендованих частинок (більше 2,5 мкм і менше 10 мкм)	1
3002	Речовини у вигляді твердих суспендованих частинок 2,5 мкм та менше	0,5

Але у цієї методики є суттєвий недолік - вона не враховує особливостей галузі виробництва та інших індивідуальних факторів.

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 28.12.2001 №1780 затверджені нормативи ГДК викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел для різних виробничих процесів у промисловості табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Технологічні нормативи викидів пилу із стаціонарних джерел.

№	Виробничий процес	Поточні мг/м <sup>3</sup>	Перспективні мг/м <sup>3</sup>
1	Теплосилові установки, потужністю більше 50 мВт	400 - 2000 (вугілля) 5-50 (газ)	30 -50 (вугілля) 5 -10 (газ)
2	Виробництво цементного клінкеру 500 тонн на день	50 - 1200	50
3	Виробництво нормального електрокорунду	260	50
4	Котельні, що працюють на лушпинні соняшнику	100 - 600	50 - 100
5	Коксові печі	50 - 800	35 - 50
6	Устаткування установки для випалювання та агломерації металевої руди	190 - 980	50
7	Устаткування (установки) для виготовлення скла, 20 тонн на добу	20 - 150	20

З Таблиці 1.7 видно, що діапазон концентрації різних видів пилу у різних технологічних процесах коливається у межах 1,0 до 2000,0 мг/м<sup>3</sup>. Відповідно чутливість, похибка і головне швидкодія пиломіра повинна забезпечити вимірювання концентрації у даному діапазоні.

### 1.5 Європейські стандарти ISO та директиви

Вимоги до систем моніторингу в країнах членах ЄС Згідно з вимогами Директиви 2001/80/ЄС, країни - члени ЄС мають створити власні програми моніторингу викидів, гармонізовані з директивами ЄС.

Системи моніторингу країн ЄС мають такі спільні риси: використання численних методів проведення консультацій із зацікавленими сторонами (представниками галузей, що забруднюють повітря, місцевими органами влади та надання інформації таким чином, щоб громадськість могла легко отримати доступ до неї. Більшість країн також делегують частину функцій контролю на місцевий рівень.

Країни - члени ЄС використовують безперервну систему моніторингу викидів (CEMS) і послідовну (наприклад щоденну) систему вимірювання рівнів викидів біля джерела викиду. Витрати зазвичай покладаються на підприємства, які мають робити моніторинг власними силами. Ці підприємства підлягають аудиту для перевірки до тримання екологічних вимог. Моніторинг здійснюють незалежні акредитовані інституції. Країни ЄС використовують стандартизовані методи вимірювання викидів для досягнення порівнювальних результатів на європейському та міжнародному рівнях. [Джерела: Guide to the Approximation of European Union Environmental Legislation, Європейські Директиви].

Основними стандартами [6], методами контролю, які використовуються на території ЄС є:

ISO 8518: 2001 Повітря робочої зони. Визначення змісту твердих частинок свинцю і його сполук. Полум'яний або електротермічний спектрометричний метод атомної адсорбції.

ISO 15202-1 діє до: 2012 Повітря робочої зони. Визначення концентрації металів і металоїдів в твердих частинках аерозолі за допомогою емісійної атомної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою. Частина 1. Відбір проб.

ISO 15202- 2 діє до: 2012 Повітря робочої зони. Визначення концентрації металів і металоїдів в твердих частинках аерозолі за допомогою емісійної атомної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою, Частина 2. Приготування проби.

ISO 15202- 3: 2004 Повітря робочої зони. Визначення концентрації металів і металоїдів в твердих частинках аерозолі за допомогою емісійної атомної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою. Частина 3. Аналіз.

ISO 9096: 2003 Викиди стаціонарних джерел. Визначення ручним методом масової концентрації твердих частинок.

ISO 9096: 2003/Cor 1: 2006 Викиди стаціонарних джерел. Визначення ручним методом масової концентрації твердих частинок. Технічна поправка 1

ISO 12141: 2002 Викиди стаціонарних джерел. Визначення масового вмісту твердих частинок (пилу) при низьких концентраціях. Ручний гравіметричний метод.

ISO 12884 2000 Повітря навколишнє. Визначення вмісту загальних (в газовій фазі і в фазі твердих частинок) поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Уловлювання сорбційними фільтрами застосуванням газового хроматографічного та мас - спектрометричного аналізу [12].

*Таблиця 1.8*

Зіставлення європейських і національних вимог щодо викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря з димовими газами [11].

Назва речовини	Директива 2001/80/ЄС	Наказ Мінприроди від 27.06.2006 №309	Наказ Мінприроди від 22.10.2008 №541
Тверді частки	30	50	30

Щодо директив то необхідно прийняти до уваги Директиву 2001/80/ЄС [16] про обмеження викидів певних забруднювачів у повітря від установок

тривалого спалювання. Мета цього документа-зниження та контроль викидів у атмосферу з установо тривалого спалювання. Директива стосується установок для спалювання палива, номінальна ефективна теплова потужність яких дорівнює або перевищує 50 МВт. Держави-члени повинні розробити відповідні програми послідовного зниження сукупного річного обсягу викидів із наявних установок і дотримуватися граничних значень викидів з урахуванням відповідного зниження у відсотках, установленого для кожної країни.

Національний план зниження викидів має забезпечувати зниження сукупного річного обсягу викидів оксиду азоту ( $\text{NO}_x$ ), діоксиду сірки ( $\text{SO}_2$ ) та пилу з наявних установок до рівня, який був би досягнений застосуванням цих граничних значень викидів до наявних установок, що перебували в експлуатації до 2000 року [13].

Держави-члени повинні забезпечити відповідність усіх ліцензій на будівництво або експлуатацію нових установок належним граничним значенням викидів. Крім зазначених нормативних актів, відповідно до статті 13 ЕНС, Договірні сторони визнають важливість Кіотського протоколу й повинні докласти зусиль до приєднання до нього. Договірні сторони також погодилися докласти зусиль до впровадження Директиви Ради 96/61/ЄС [16] про комплексне запобігання забрудненню та контроль над ним. Додатком до Протоколу про приєднання України до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства визначено графік імплементації Україною «*acquis communautaire*» в рамках вимог Договору про заснування Енергетичного Співтовариства, зокрема щодо охорони довкілля. Впровадження Директив 79/409/ЄС та 97/11/ЄС [17] мало бути здійснене після набрання чинності ЕНС, а Директива 1999/32/ЄС [17] впроваджена в національне законодавство 31 грудня 2011 року. Директива 2001/780/ЄС [17] впроваджена 31 грудня 2017 року [11].

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1) Склад та розмір пилових частинок залежить від технологічного процесу під час якого утворюється, від матеріалів які використовуються в

ньому, зазвичай розмір частинок не перевищує 100-200 мкм, але зустрічаються частинки розміром у 300 мкм. Встановлено, що в зерновому пилу (ячмінь, солод) міститься частинки розмірами до 1 мкм - 8,3%, від 1 до 5 мкм - 16,6%, від 5 до 10 мкм, 24,8%, понад 10 мкм-50,3%. Загально прийнято, що розмір часток комбікормового та схожих виробництв коливаються в широких межах - від часток у мікромметр до 250 мкм. Вимірювання пилогазового потоку відбувається за допомогою зовнішньої фільтрації, та внутрішньої фільтрації. Відбір проб повітря з повітропроводів повинен виконуватися з дотриманням принципу ізокінетичності.

2) За даними МОЗ України якісний аналіз мікрофлори комбікормового виробництва показав що в повітрі робочої зони концентрації коків коливалися від 4,2% до 14,5%, БГКП виділені у концентраціях 4,4- 23,1%, мікроскопічні гриби 26,4 - 38,6%.

3) Регулювання викидів на території України та ЄС схожі, відмінність полягає у розмірі допустимих викидів, податку на них та контролі державою реального стану речей. Хоча треба відмітити, що з плином часу, а особливо в останні роки відбувається наближення нашого природоохоронного законодавства до стандартів ЄС. Порівнюючи системи контролю викидів у провідних закордонних країнах (США, Європейський союз) можна відмітити різницю у підходах до контролю викидів. У США відбувається чіткий поділ за галузями та потужностями підприємства, і викиди регулюються в залежності від джерела утворення та засобів контролю.

## РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КОМБІКОРМОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Збільшення вітчизняного виробництва комбікормів стало можливим завдяки рекордному врожаю зернових та олійних в останні роки і безпосередньо пов'язане із зростанням поголів'я птиці і тварин в тих секторах тваринництва, на частку яких припадає найбільше споживання комбікормів.

За даними Державної служби статистики, виробництво комбікормів в Україні складає мільйони одиниць готової продукції. Разом з тим, незважаючи на загальну динаміку зростання виробництва, ситуація по областях виглядає нерівномірно. Провідними підприємствами - виробниками є найбільші компанії «Миронівський хлібопродукт» (24,3% від загального обсягу виробництва), «Авангард» (7,7%) і «Агромарс» (6,5%).

У минулому в Україні побудовано понад 500 комбікормових підприємств різних форм власності загальною продуктивністю більше 15 млн. тонн комбікормів на рік, а також велику кількість цехів і установок для виробництва трав'яного та м'ясо - кісткового борошна, сухих кормових дріжджів, інших кормових добавок. Сьогодні це обладнання лише частково завантажене.

### 2.1 Склад комбікормів

Комбікорм - це складна однорідна суміш очищених і подрібнених до необхідної крупності різних кормових засобів і мікродобавок, що виробляється за науково обґрунтованими рецептами і забезпечує повноцінну годівлю тварин і птиці. За призначенням і складом комбікорми поділяють на повнораціонні, концентрати, балансуєчі добавки і премікси.

Повнораціонний комбікорм повністю забезпечує потреби тварин і птиці в поживних, мінеральних та біологічно активних речовинах. Концентрат - це комбікорм з підвищеним вмістом протеїну, мінеральних речовин і добавок. Згодовується із зерновими, соковитими або грубими кормами для забезпечення біологічно повноцінної годівлі тварин [17].

Балансуючі добавки бувають білкові, білково-вітамінні, білково-мінеральні. Це однорідна суміш подрібнених до необхідної вітамінної крупності високобілкових кормових засобів і мікродобавок (мінеральні речовини, вітаміни, лікувальні засоби та ін.). які використовуються для приготування комбікормів в умовах підприємств, рецепти добавок розробляють

Рецепти комбікормів і кормових сумішей, що відповідають вимогам місцевих споживачів і постачальників сировини, в кожній зоні можуть бути свої. Вимоги до якості комбікормів для різних видів і груп тварин та птиці регламентують відповідними стандартами (табл. 2.1) [16].

*Таблиця 2.1*

Відповідність рецептів комбікормів для тварини або птиці

Вид тварин або птиці	Номер рецепту (з-по)
Кури	1 - 9
Індики	10 - 19
Качки	20 - 29
Гуси	30 - 39
Інша птиця (цесарки, голуби)	40 - 49
Свині	50 - 59
Велика рогата худоба	60 - 69
Коні	70 - 79
Вівці	80 - 89
Кролі та нутрії	90 - 99
Хутрові звірі	100 - 109
Риба	110 - 119
Лабораторні тварини	120 - 129

Основними складовими комбікормів є: фуражне зерно злакових і бобових культур; кормові відходи елеваторів, борошномельно-круп'яних і харчових підприємств; грубі корми; трав'яне борошно; кормові дріжджі, продукти (відходи) олійно - екстракційного, крохмале патокового, бродильного, цукрового виробництва; корми тваринного походження, мінеральна сировина; продукти хімічної і мікробіологічної промисловості.

Всього сировинна база комбікормової промисловості налічує понад дві тисячі кормових засобів, з яких більше 80% виробляється безпосередньо у сільському господарстві.

Склад комбікорму залежить, для яких цілей тварина утримується у фермерському господарстві, який його вік, і наскільки інтенсивно воно має рости. Але в кожному разі, до складу свинячого комбікорму входять злакові культури, які, будучи основою для виготовлення продукту для тварини, забезпечують його живлення поживними речовинами. Частково, злакові поповнюють організм тварин корисними для їх росту і розмноження мінералами і вітамінами, але більша частина цих речовин додається до складу комбікорму у вигляді додаткових інгредієнтів.

Як правило, комбікормові заводи випускають кілька видів комбікормів. Знаючи інгредієнти, які потрібні для приготування комбікорму для невеликою чисельністю тварин, власники приватних господарств певного виду. Дуже важливо, щоб при приготуванні їжі для тварин, зберігалися всі пропорції, які рекомендують рецепти комбікормів. Крім того, не забуваємо, що комбікорми готуються відповідно до віку тварини. і корм для свиней не має ніякого відношення до курей, тобто, не можна давати свиням корм інших тварин і навпаки. Це загрожує негативними наслідками для тварин [22].

## 2.2 Технологічний процес виготовлення комбікормів

Технологічний процес виробництва комбікормів на господарських та міжгосподарських комбікормових підприємствах здійснюється за правилами організації і ведення технологічного процесу на комбікормових заводах. Крім інших технологічних операцій, правила передбачають: очищення сировини від органічних, мінеральних та металоманітних домішок; відокремлення плівок від зернівок вівса та ячменю; подрібнення компонентів; дозування і змішування компонентів; гранулювання або брикетування комбікормів, зберігання і відпуск готової продукції.

Встановлено також типорозмір цехів і агрегатів різної продуктивності (за розсипними комбікормами): 1-2, 4-5, 8-10, 15-16 і більше тонн за годину.



Побудовані в минулі роки господарські і міжгосподарські комбикормові заводи і цехи були устатковані обладнанням ОКЦ продуктивністю 15, 30т та 50т за зміну. Переважають агрегати ОКЦ продуктивністю 4т і 8т комбикормів за годину. Ринок технологічного обладнання для виробництва комбикормів заповнений малогабаритними комбикормовими агрегатами як вітчизняного, так і закордонного виробництва. На рис. 2.1. наведено технологічну схему виробництва розсипних комбикормів агрегатом УМК-Ф-2 «Харківчанка» продуктивністю до 4 т/год [17].

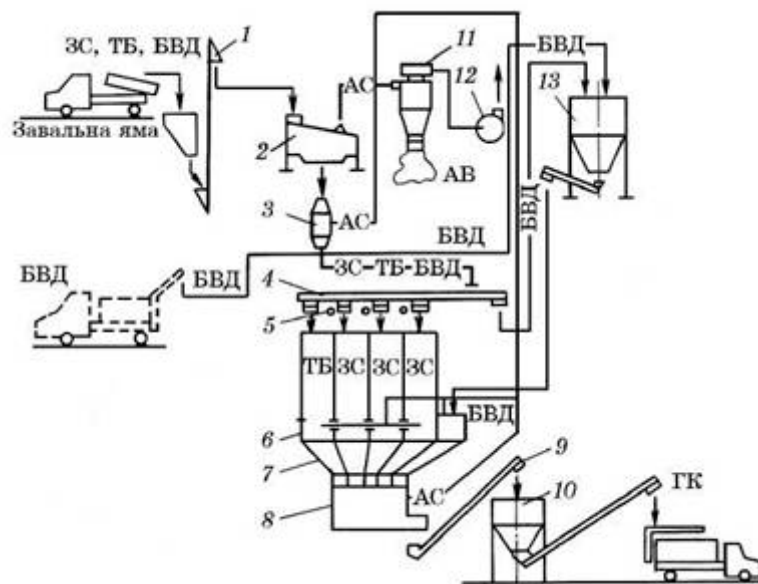


Рис. 2.1 – Технологічна схема виробництва комбикормів агрегатом УМК-Ф-2: ГК - готовий комбикорм; АС - аспіраційна система; АВ - аспіраційні відходи.

Гранулювання комбикормів збільшує їх об'ємну масу, знижує самосортування і розпилення продукту. В гранулах краще зберігаються вітаміни, мікроелементи, антибіотики, що сприяє кращому їх засвоєнню організмом тварин і птиці, а в результаті підвищенню їх продуктивності. Гранульовані комбикорми виробляють для всіх видів тварин, птиці і риб.. Для гранулювання застосовують установки типу ДГ, Бб - ДГВ та ін. До складу установок входять гранулятор, охолоджувальна колонка, подрібнювач, сепаратор [6].

Комбикорми гранулюють сухим і вологим способами. Найпоширеніше сухе гранулювання, за якого розсипний комбикорм обробляють сухою парою при температурі 130 - 140 °С, що подається у змішувач під тиском 0,35-0,40

МПа. Нагрітий до 50-70°C, зволожений до 15-18% комбікорм надходить у камеру пресування, де пресувальними роликами продавлюється крізь робочі канали матриці, на виході з яких гранули відрізаються нерухомим ножем. Після пресу гранули мають температуру 70 - 80°C. Поток повітря вони спрямовуються в охолоджувальну колонку, на виході з якої їх температура має бути не більш як на 10°C вищою за температуру навколишнього середовища.

При вологому гранулюванні комбікорм зволожується до 30-35% водою при температурі 70- 80°C, після чого гранули обов'язково підсушуються, внаслідок чого дорожчає їх виробництво. Охолоджені (підсушені) гранули пропускають через сепаратори для відокремлення дрібних борошнистих часточок і подають на склад готової продукції [10].

Найвигіднішим є виробництво крупних гранул діаметром 9,7-19 мм. При виготовленні гранул менших розмірів значно знижується продуктивність пресів і збільшуються витрати електроенергії. Тому комбікорми для молодняку птиці, несучок і риби виробляють у вигляді крупки певного гранулометричного складу.

Збагачені комбікорми на складах підлогового типу зберігаються без погіршення їх якості протягом 2 міс, якщо температура повітря не вище 25°C, відносна вологість повітря до 70%. На складах силосного типу комбікорми можна зберігати не більше 20 діб. При періодичному переміщенні продукту з одного силосу в інший строк зберігання подовжується до 40 діб. Кожна партія комбікормів має ярлик установленної форми [27].

## 2.3 Характеристика технологічного процесу підприємства

### 2.3.1 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин

ТОВ "Комплекс Агромарс" Філії «Київкомбікорм» випускає комбікорм широкої рецептури для птахівництва. В якості основи використовується пшениця, жито, горох, шрот, соя тощо та необхідні за технологією добавки. Готова продукція зберігається у силосах, з яких потім відвантажується на відповідних постах для транспортування. Протруювання сировини на

підприємстві відсутнє [24]. Випуск продукції комбікормів різної рецептури, які було випущено на протязі робочого року представлено у табл. 2.2

Таблиця 2.2

Перелік видів продукції що випускається на об'єкті

№ з/п	Вид продукції	Річний випуск, кг
1	Комбікорм К60 - 1	106991
1	Комбікорм К60 - 2	11887
2	Комбікорм К63 - 2	10523693
3	Комбікорм ПК1 - 26	8910422
4	Комбікорм ПК1 - 27	47315413
5	Комбікорм ПК6 - 5	65177263
6	Комбікорм ПК6 - 6	774376
7	Комбікорм ПК1 - 26	6110259
8	Комбікорм ПК1 - 27	370956
9	Комбікорм ПК2 - 6	504083
10	Комбікорм ПК3 - 4	56762004
11	Комбікорм ПК3 - 5	2508650
12	Комбікорм ПК4 - 5	26051924
13	Комбікорм ПК5 - 4	48309775
14	Комбікорм ПК6 - 4	229351896

Зерно поступає на підприємство по залізниці та автотранспортом і розвантажується в приймальних пристроях елеватора. Після розвантаження зерно подається в елеватор для зберігання та передачі його в цех розсипних комбікормів. Елеватор має робочу вежу, де розміщено зерноочисне та вагове обладнання і силосні корпуси для зберігання зерна. Робоча вежа елеватора і силосні корпуси ємністю 48 тис. тон, оснащені сімома аспіраційними мережами, викидають зерновий пил.

Двоярусний силосний склад борошністої сировини (відноситься до цеху розсипних комбікормів) призначений для отримання, очистки, подрібнення та зберігання сировини, а також для передачі і для подальшої обробки. Транспортне та технологічне обладнання обслуговують аспіраційні установки з високоефективними пиловідокремлювачами типу РЦІЕ.

Приймальні пункти (завальні ями) для автотранспорту та залізниці є неорганізованими джерелами викиду, по типу закриті з двох сторін. Річний період їх праці залежить від плану випуску продукції і корегується протягом року. Також до неорганізованих джерел на елеваторі відносяться чотири однакових бункери з під циклонів, під час розвантаження яких у атмосферу надходить зерновий пил. Об'єм одного бункера - 25м<sup>3</sup>. Розвантажуються приблизно 1 раз на місяць, саме розвантаження триває в середньому 20 хвилин, на відкритій місцевості.

### 2.3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

Для оцінки викидів типового комбікормового заводу було використано звіт по інвентаризації викидів забруднюючих речовин комбікормового заводу ТОВ «Комплекс Агромарс» станом на 2015 рік. Дослідження проведенні та частково оформленні на основі використання чинного законодавства. [19,20] Під час проведення інвентаризації на підприємстві було виявлено: 18 організованих, 10 неорганізованих, 1 – пересувне джерело викидів.

*Джерело №1.* Цех розсипних комбікормів. Норії. За допомогою норій транспортується сировина. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №1, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця транспортування сировини. Параметри труби  $H=52$  м,  $\varnothing=0,3$  м,  $V=1,446$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №2.* Цех розсипних комбікормів. Дробарки №1 та №2. В дробарках відбувається дроблення сировини. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №2, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця дробіння. Параметри труби  $H=8$  м,  $\varnothing=0,36$  м,  $V=1,569$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №3.* Цех розсипних комбікормів. Пост завантаження і розвантаження. Неорганізоване джерело. Відбувається розвантаження

сировини. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №4.* Цех розсипних комбікормів. Дробарки №3 та №4. В дробарках відбувається дроблення сировини. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №4, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця дробіння. Параметри труби  $H=22$  м,  $\varnothing=0,31$  м,  $V=1,034$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №5.* Цех розсипних комбікормів. Пост завантаження і розвантаження. Відбувається розвантаження сировини. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №5, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця розвантаження. Параметри труби  $H=3$  м,  $\varnothing=0,22$  м,  $V=0,227$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №6.* Пост завантаження і розвантаження. Неорганізоване джерело. Відбувається розвантаження сировини. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №7.* Пост завантаження і розвантаження. Неорганізоване джерело. Відбувається розвантаження сировини. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №8.* Цех гранульованих комбікормів. Прес №1. Відбувається пресування суміші. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №8, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця пресування. Параметри труби  $H=35$  м,  $\varnothing=0,7$  м,  $V=2,233$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №9.* Цех гранульованих комбікормів. Прес №2. Відбувається пресування суміші. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ

№9, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця пресування. Параметри труби  $H=35$  м,  $\varnothing=0,7$  м,  $V=3,043$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №10.* Цех гранульованих комбікормів. Прес №3. Відбувається пресування суміші. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №10, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця пресування. Параметри труби  $H=35$  м,  $\varnothing=0,7$  м,  $V=2,191$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №11.* Пост завантаження і розвантаження. Елеватор приймальний. Неорганізоване джерело. Відбувається розвантаження сировини. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №12.* Елеватор. Відбувається транспортування сировини. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №12, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця транспортування. Параметри труби  $H=8$  м,  $\varnothing=0,1$  м,  $V=0,339$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №13.* Норії. Відбувається транспортування сировини. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №13, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця транспортування. Параметри труби  $H=8$  м,  $\varnothing=0,29$  м,  $V=0,719$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №14.* Норії. Відбувається транспортування сировини. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №14, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця транспортування. Параметри труби  $H=8$  м,  $\varnothing=0,29$  м,  $V=0,659$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється

забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №15.* Елеватор. Відбувається транспортування сировини. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №15, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця транспортування. Параметри труби  $H=8$  м,  $\varnothing=0,16$  м,  $V=0,42$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №16.* Елеватор. Відбувається транспортування сировини. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №16, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця транспортування. Параметри труби  $H=8$  м,  $\varnothing=0,12$  м,  $V=0,501$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №17.* Елеватор. Відбувається транспортування сировини. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №17, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця транспортування. Параметри труби  $H=43$  м,  $\varnothing=0,23$  м,  $V=0,831$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №18.* Елеватор. Відбувається транспортування сировини. Організоване джерело викиду являє собою трубу з ПГОУ №18, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від місця транспортування. Параметри труби  $H=43$  м,  $\varnothing=0,26$  м,  $V=0,849$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №19.* Котельня. Завод має у своєму розпорядженні котельню, яка складається із чотирьох котлів німецького виробництва: два водогрійних – VITOPLEX 100 (по 130 кВт кожен), для опалення виробничих приміщень в зимовий період. За звичай в сезон працює один котел, але в особливо холодну пору відразу два. Час роботи обладнання – 1400 годин на рік.

Два котла використовується для виробництва пари – VITOMAX-200(1761 і 1750 кВт), для потреб технологічного процесу в цеху грануляції. Час роботи обладнання – 2500 годин на рік. Параметри труби  $H=32$  м,  $\varnothing=0,5$  м,  $V=4,8$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяються забруднюючі речовини – Оксид вуглецю, Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту, Вуглецю діоксин, Азоту (1) оксид [N<sub>2</sub>O], Метан, Ртуть та її сполуки в перерахунку на ртуть.

*Джерело №20.* Механічна дільниця. Зварювальний пост. Неорганізоване джерело викиду забруднюючих речовин. В атмосферу виділяються забруднюючі речовини – манган та його сполуки (в перерахунку на діоксид мангану), залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо), хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому), що викидаються в атмосферу без очистки.

*Джерело №21.* Майстерня по металу. Заточний станок. Організоване джерело викиду являє собою трубу, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від заточного станка. Параметри труби  $H=2$  м,  $\varnothing=0,05$  м,  $V=0,011$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №22.* Майстерня по металу. Токарний верстат. Організоване джерело викиду являє собою трубу, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від токарного верстата. Параметри труби  $H=2$  м,  $\varnothing=0,13$  м,  $V=0,07$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – масло мінеральне нафтове.

*Джерело №23.* Столярна майстерня. Круглопильний верстат. Організоване джерело викиду являє собою трубу, що відводить забруднюючі речовини в атмосферне повітря від круглопильного верстата. Параметри труби  $H=2$  м,  $\varnothing=0,15$  м,  $V=0,073$  м<sup>3</sup>/с. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №24.* Пост фарбування. Неорганізоване джерело викиду забруднюючих речовин. Протягом року на підприємстві виконуються роботи



по нанесенню покриття на обладнання, будівлі, споруди тощо. При нанесенні покриттів, в атмосферу виділяються забруднюючі речовини фарбового матеріалу та розчинника – ксилол, толуол.

*Джерело №25.* Пост завантаження і розвантаження. Неорганізоване джерело. Відбувається розвантаження бункеру з сировиною з під циклонів. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №26.* Пост завантаження і розвантаження. Неорганізоване джерело. Відбувається розвантаження бункеру з сировиною з під циклонів. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №27.* Пост завантаження і розвантаження. Неорганізоване джерело. Відбувається розвантаження бункеру з сировиною з під циклонів. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №28.* Пост завантаження і розвантаження. Неорганізоване джерело. Відбувається розвантаження бункеру з сировиною з під циклонів. В атмосферу виділяється забруднююча речовина – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

*Джерело №29.* Автомобільна стоянка. У своєму складі підприємство має транспорт для власних потреб, що являє собою неорганізоване (пересувне) джерело викидів, під час роботи якого відбуваються викиди забруднюючих речовин, а саме оксид вуглецю, оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) в перерахунку на діоксид азоту, азоту (1) оксид  $[N_2O]$ , речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційовані за складом, діоксид сірки (діоксид та триоксид) в перерахунку на діоксид сірки, вуглеводні насичені C12-C19 (розчинник РПК-26611 і ін.) у перерахунку на сумарний органічний вуглець. Список автомобілів, що мають право паркування на території заводу у додатку.

Все технологічне та транспортне обладнання підприємства оснащено аспіраційними системами, що викидають в атмосферу зерновий або

комбікормовий пил. Для зменшення викидів та екологічного впливу підприємства на навколишнє середовище аспіраційні установки обладнано газоочисними установками (ГОУ) які встановлені на джерелах №1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18. Основні типи ГОУ на підприємстві: циклони ЛІОТ ЦОЛ; батареї циклонів 4БЦШ; рукавні фільтри РЦІЕ.

Всі вищеназвані ГОУ є галузеві, тобто, більшістю застосовуються на зернопереробних підприємствах, млинах, комбікормових заводах. Їх надійність та ефективність забезпечують постійне очищення викидів.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1) Виробництво комбікормів в Україні склало 6,1 млн. за 2014 р. В залежності від виду та призначення тварин виготовляється різний за складом комбікорм, різниця полягає лише у пропорції та насиченості інгредієнтів. Так, наприклад, для свиней притаманний такий склад комбікорму: 73% - ячмінь лущений (зернова культура), 13% - борошно рибне і соєвий шрот (білки), 4% - мінеральну вітамінну групу (крейда і монокальційфосфат, премікс ДКС-3 і сіль), решта 10% - це молоко сухе та сухе знежирене. Виробництво комбікорму складається з 4 етапів: 1 - очищення сировини від домішок, 2 - подрібнення компонентів, 3 - дозування 4 - змішування. Після приготування суміші комбікорму проводиться гранулювання (сухим/вологим способом) або брикетування, завершивши цей етап готова продукція відпускається чи відправляється на зберігання.

2) Дослідження технологічного процесу на підприємстві виявило, що на території знаходиться цехи розсипних комбікормів, гранулювання комбікормів та цех готової продукції. Для зберігання готової продукції використовують елеватори. Загальна кількість джерел викиду на підприємстві становить 29. Безпосередньо задіяні у виробництві комбікормів 22 джерела, з них 8 джерел представляють собою не організовані джерела викидів. ГОУ представлені трьох типів і використовуються відповідно до технологічного процесу.

### РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗПОДІЛУ ВИКИДІВ КОМБІКОРМОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Розрахунок викидів в атмосферне повітря та побудова розсіювань математичної моделі розподілу виконані для Київського комбікормового заводу, що входить до складу корпорації «Агромарс» за даними звіту по інвентаризації забруднюючих речовин станом на 2015 рік. Завод за технологічним процесом, характеристиками, обсягом виробленої сировини є типовим для комбікормової галузі, подібні підприємства функціонують у більшості областей України. Важливою особливістю Київського комбікормового заводу є розташування у щільній міській забудові, що збільшує безпосередній вплив на людину та рівень концентрації шкідливих речовин у житловій забудові.

Для виробництва комбікормів використовуються різні види зернової, білкової та мінеральної сировини. Зерно поступає на підприємство по залізниці та автотранспортом і розвантажується в приймальних пристроях елеватора. Після розвантаження зерно подається в елеватор для зберігання та передачі його в цех розсипних комбікормів. Елеватор має робочу вежу, де розміщено зерноочисне та вагове обладнання і силосні корпуси для зберігання зерна. Все технологічне та транспортне обладнання елеватора оснащено аспіраційними мережами, що викидають в атмосферу зерновий пил.

В цеху розсипних комбікормів основа(пшениця, жито, горох, шрот, соя тощо), яка поступає з елеватора, подрібнюється дробарками (сумарною потужністю 20 і 30 т/год). Після цього через дозатори додаються компоненти згідно рецепту і вся суміш проходить стадію змішування з наступним зважуванням і транспортуванням в склад готової продукції та в цех гранульованих комбікормів. Основним обладнанням в цьому цеху є транспортне обладнання (ланцюгові конвеєри, норії), дробарки, дозатори, змішувачі, ваги. Для відокремлення пилу від цього обладнання використовуються фільтри типу РЦІЕ

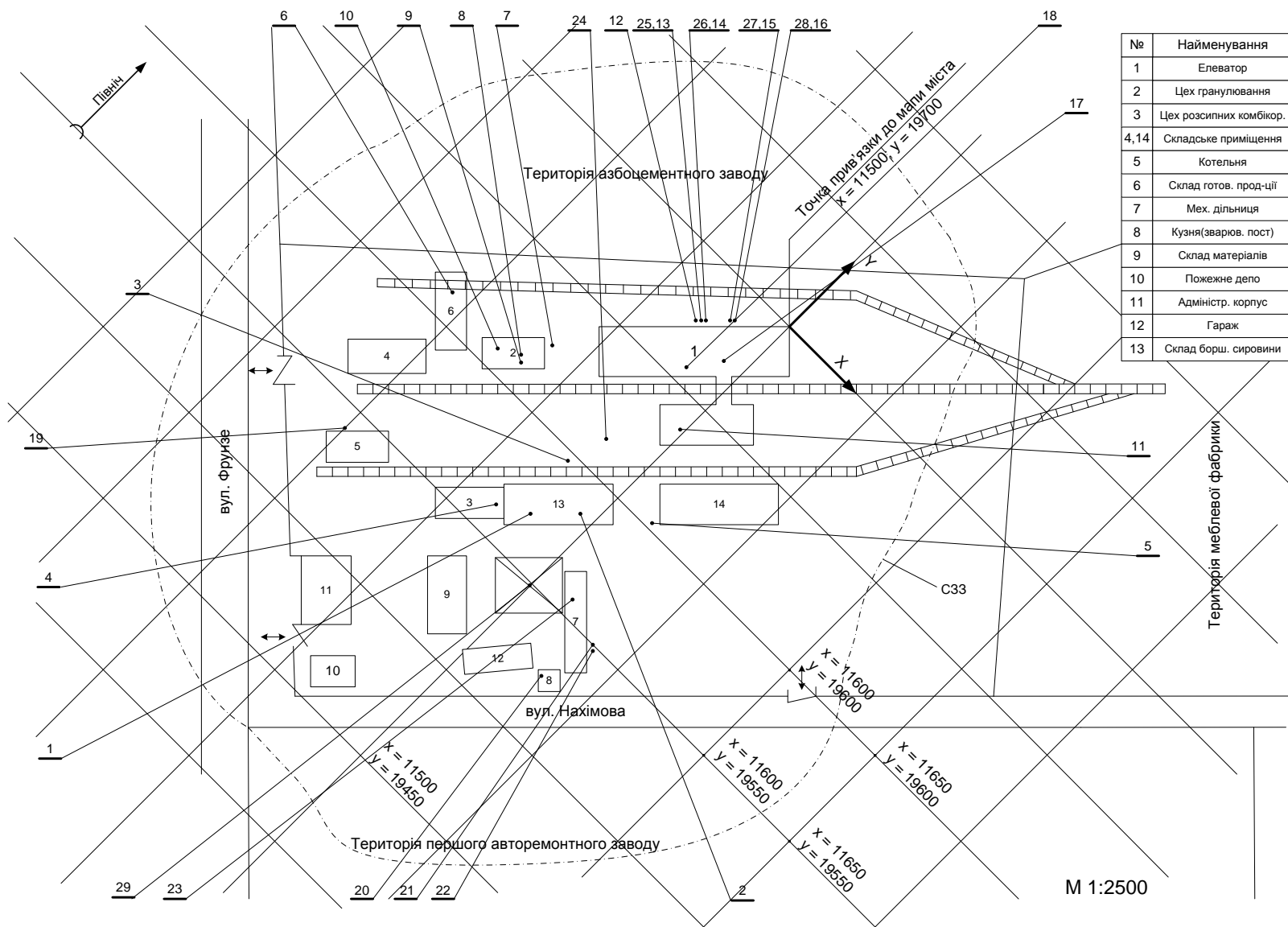


Рис. 3.2 – Карта-схема проммайданчика комбикормового заводу.

Двоярусний силосний склад борошнистої сировини(відноситься до цеху розсипних комбікормів) призначений для отримання, очистки, подрібнення та зберігання сировини, а також для передачі її для подальшої обробки. Транспортне та технологічне обладнання обслуговують аспіраційні установки з високоефективними пиловідокремлювачами типу РЦЕ.

В цеху гранульованих комбікормів здійснюється гранулювання комбікорму, охолодження гранул, зважування готової продукції і транспортування в силоси для зберігання та відпуск на автомобільний та залізничний транспорт. Даний цех оснащений транспортним та технологічним обладнанням – норіями, ланцюговими конвеєрами, просіювачами, пресами типу ДГ з охолоджуючими колонками, вагами ДН – 1000 та бункерами для зберігання гранул. Технологічне та транспортне обладнання обслуговують дві аспіраційні мережі, охолоджуючі колонки обслуговують п'ять аспіраційних мереж з пиловідокремлювачами типу ЦОЛ.

ТОВ «Комплекс Агромарс» випускає комбікорма широкої рецептури для птахівництва. В якості основи використовується пшениця, жито, горох, шрот, соя тощо та необхідні за технологією добавки. Готова продукція зберігається у силосах, з яких потім відвантажується на відповідних постах для транспортування. Протруювання сировини на підприємстві відсутнє.

### 3.1 Розрахунок викидів забруднюючих речовин

Розрахунок викидів в атмосферне повітря виконуємо виходячи з питомих викидів забруднюючих речовин на основі протоколів вимірювань і згідно довідки про кількість використаних матеріалів та сировини на підприємстві приведені в звіті по інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферу за 2015 виробничий рік.

#### 3.1.1 Розрахунок викидів від пунктів зернопереробки та елеваторів

Валовий викид пилу в атмосферу аспіраційними та пневмотранспортними установками зернопереробних установок та

елеваторів визначається відповідно до методики [28]. Розрахунки проводяться за формулою [5]:

$$M^0 = 10^{-6} \cdot T \cdot \sum_{i=1}^n Q_i \cdot B_i \cdot \tau_i \quad (3.1)$$

де,  $B_i$  - концентрація пилу в повітрі, що викидається  $i$  - є аспіраційною чи пневмотранспортною установкою, г/м<sup>3</sup>;

$Q$  - витрата повітря на виході  $i$  є аспіраційною чи пневмотранспортною установкою, м<sup>3</sup>/год;

$n$  - кількість аспіраційних установок;  $n=1$

$T$  - час роботи підприємства, діб/рік;

$t$  - час роботи установки, год/добу;

Час роботи підприємства - 250 діб/рік

$$Q = V \cdot 3600$$

$V$  - витрата повітря на виході з ГОУ, м<sup>3</sup>/с;

$$B = C/1000.$$

$C$  - концентрація забруднюючої речовини на виході з ГОУ, мг/м<sup>3</sup>.

Параметри труб наведені в описі джерел викидів у пункті 2.1. Час роботи установок 2500 год/рік для джерел викиду №1-18. В атмосферу виділяються забруднюючі речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом [1].

Таблиця 3.1

Викиди пилу за джерелами

№	Найменування джерела утворення, цех	Максимальна концентрація забруднюючої речовини, мг/м <sup>3</sup>	Прямі виміри, г/с	Розрахунок, т/рік
1	Норія*, РКК*	24,15	0,034921	0,314288
2	Дробарки 1,2; РКК*	15,45	0,024241	0,218169
4	Дробарки 3,4; РКК*	88,14	0,09114	0,820231
5	Рукав розвантаження,	79,44	0,09114	0,162296

Продовження таблиці 3.1

8	Прес 1, ГКК*	19,65	0,018033	0,394906
9	Прес 2, ГКК*	20,21	0,043878	0,553491
10	Прес 3, ГКК*	26,22	0,061499	0,517032
12	Транспортер, елеватор	32,84	0,057448	0,100195
13	Норія*, елеватор	42,68	0,0111331	0,276182
14	Норія*, елеватор	32,68	0,0306862	0,193825
15	Транспортер, елеватор	28,43	0,0215388	0,107462
16	Транспортер, елеватор	16,52	0,0119402	0,074502
17	Транспортер, елеватор	133,82	0,008278	1,00087
18	Транспортер, елеватор	112,13	0,0955194	0,856747

\*Норія - транспортний засіб для переміщення сипких матеріалів системою ковшів, що закріплені через певні проміжки на нескінченій стрічці; РКК - цех розсипних комбікормів; ГКК - цех гранульованих комбікормів.

Максимальна концентрація ЗР коливається від 24,15 мг/м<sup>3</sup> до 112, 125 мг/м<sup>3</sup>, відповідно цих концентрацій величина валових викидів становить 0,621138 г/с, річний розрахований викидів дорівнює 5,590196 т/рік від 14 організованих джерел викиду.

Порівнюючи отриманні дані з пороговими значеннями викидів [27,29] бачимо, що викиди джерел №9, 10 перевищують поріг, а джерела №4, 17, 18 вищі за порогові майже в два рази.

Необхідно зазначити, що об'єм викидів без очистки ГОУ становить 182,6342 т/рік, а після очистки значення зменшується в середньому на 97% і сумарний викид становить 5,590196 т/рік. Отриманні результати свідчать про необхідність використання та контролю ефективності ГОУ.

### 3.1.2 Розрахунок викидів від постів завантаження і розвантаження

Розрахунок викидів проводився за методикою «Временная методика расчета плановых показателей по охране атмосферного воздуха зерноперерабатывающих предприятий и элеваторов. Министерство

хлебопродуктов СССР, ВНПО «КОМБИКОРМ», Украинский филиал Всесоюзного научно исследовательского института комбикормовой промышленности. Москва, 1989 г».

Приймання та відвантаження готової продукції на підприємстві відбувається на дільницях, які представлені джерелами забруднюючих речовин №3, відноситься до цеху розсипу; №6, №7 відноситься до цеху готової продукції, №11, №25- 28 відноситься до елеватору.

Розрахунок валових викидів виконується по формулі [1]:

$$M_n^0 = a \cdot P \cdot k \quad (3.2)$$

де  $M_n^0$  - валовий викид забруднюючої речовини, т/рік;

$P$  – план заготовок зерна/комбікормів

$K$  – коефіцієнт, який враховує масову долю пилу в матеріалі 0,2-0,4%;

$a$  – коефіцієнт, який дорівнює  $10^{-3}$  при виробництві комбікормів,  $10^{-2}$  при заготівлі зерна.

Згідно довідки річний випуск комбікормів за 2013 рік – 229351,896 т/рік. Згідно технологічного регламенту виробничого процесу джерело №6 завантажено на 75%, джерело №7 завантажено на 25%. Отже валовий викид в цеху готової продукції при завантаженні автомашини складає:

$$M_{m/рік}^{№6} = 229351,896 \cdot 0,75 \cdot 0,2 / 100 / 1000 \approx 0,34403 \text{ т/рік.}$$

$$M_{m/рік}^{№7} = 229351,896 \cdot 0,25 \cdot 0,2 / 100 / 1000 \approx 0,11468 \text{ т/рік}$$

Цех готової продукції згідно довідки працює 1100 годин на рік:

$$M_{г/с}^{№6} = \frac{10^6 \cdot 0,34403}{3600 \cdot 1100} \approx 0,0869 \text{ г/с}$$

$$M_{г/с}^{№7} = \frac{10^6 \cdot 0,11468}{3600 \cdot 1100} \approx 0,02896 \text{ г/с}$$

Таблиця 3.2

Валові викиди від цеху готової продукції

№	Навантаження	г/с	т/рік
6	0,75	0,0869	0,34403
7	0,25	0,0289	0,11468



За довідкою річний обсяг завантаженої сировини на елеватор сягає 230648,027 тон. Розрахуємо валовий викид забруднюючої речовини при завантаженні:

$$M^{EL}_{m/рік} = 230648,027 \cdot 0,2/100/100 \approx 1,147 \text{ т/рік}$$

$$M^{№11}_{г/с} = \frac{10^6 \cdot 1,147}{3600 \cdot 1500} \approx 0,212 \text{ г/с}$$

За середньої насипної густини пилу зернового і мінерального(різноманітне сміття разом із сировиною) у 700 кг/м<sup>3</sup> маса об'єму, що розвантажується складає 17,5 т. Слід зауважити, що дана маса є максимальна, при повному завантаженні бункера, що трапляється досить рідко. Отже, валовий викид при розвантаженні одного бункера складає:

$$M^{Бун} = 17,5 \cdot 0,2/100/1000 \approx 0,00035 \text{ т/рік}$$

$$M^{Бун}_{г/с} = \frac{0,00035 \cdot 10^6}{3600 \cdot 12 \cdot 0,33} \approx 0,0245 \text{ г/с.}$$

Таблиця 3.3

Валові викиди від завантажувальних робіт елеватора

№	г/с	т/рік
11	0,358	1,937
25	0,0245	0,00035
26	0,0245	0,00035
27	0,0245	0,00035
28	0,0245	0,00035

Цех розсипу здійснює приймання сировини у обсязі 82790 т/рік. Валовий викид забруднюючої речовини:

Цех розсипу здійснює приймання сировини у обсязі 82790 т/рік. Валовий викид забруднюючої речовини:

$$M^{ЦР} = 82790 \cdot 0,2/100/1000 \approx 1,656 \text{ т/рік}$$

$$M^{№3}_{г/с} = \frac{10^6 \cdot 1,656}{3600 \cdot 5400} \approx 0,085 \text{ г/с}$$

Відповідно до результатів вимірювання розрахунки викидів представленні у табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Валові викиди від завантажувальних робіт цеху розсипу

№	Найменування джерела утворення, цех	Визначення, г/с	Розрахунок, т/рік
3	Пост розвантаження	0,085	1,656

Валові викиди забруднюючих речовин в атмосферу від завантажувальних і розвантажувальних постів у цеху розсипу становлять 0,085 г/с, річний розрахований викид дорівнює 1,656 т/рік від джерела №3 викиду. Порогові значення перевищене у три рази. Згідно довідки річний випуск комбікормів за 2015 рік - 229351,896т/рік. Згідно технологічного регламенту виробничого процесу джерело №6 завантажено на 75%, джерело №7 завантажено на 25%. Отже валовий викид в цеху готової продукції при завантаженні автомашини складає:

$$M(6) = 229351,896 * 0,75 * 0,2 / 100 / 1000 = 0,34403 \text{ т/рік}$$

$$M(7) = 229351,896 * 0,25 * 0,2 / 100 / 1000 = 0,11468 \text{ т/рік}$$

Цех готової продукції згідно довідки працює 1100 годин на рік:

$$M(6) = ((10^6) * 0,34403) / (3600 * 1100) = 0,0869 \text{ г/с}$$

$$M(7) = ((10^6) * 0,11468) / (3600 * 1100) = 0,02896 \text{ г/с}$$

В табл. 3.3 представлено викиди від цеху готової продукції.

Таблиця 3.3

Валові викиди від цеху готової продукції

№	Найменування джерела утворення, цех	Навантаження	Визначення, г/с	Розрахунок, т/рік
6	ПЗР* сировини, ГП*	0,75	0,0869	0,34403
7	ПЗР* сировини, ГП*	0,25	0,0289	0,11468

\*ПЗР – пост завантаження/розвантаження; ГП - цех готової продукції.

Викиди забруднюючих речовин від завантажувальних і розвантажувальних постів від цеху готової продукції становлять 0,1158 г/с, річний розрахований викид дорівнює 0,45871 т/рік джерел викиду №6 та №7. Викиди від проведених робіт у цеху готової продукції не перевищують

порогові значення, та мають амортизаційний запас у разі розвитку потужностей підприємства.

За довідкою річний обсяг завантаженої сировини на елеватор сягає 230648,027 тонн. Розрахуємо валовий викид забруднюючої речовини при завантаженні:

$$M(\text{ЕЛ}) = 230648,027 * 0,2 / 100 / 100 = 1,147 \text{ т/рік}$$

$$M(11) = (10:6) * 1,147 / (3600 * 1100) = 0,212 \text{ г/с}$$

За середньої насипної густини пилу зернового і мінерального (різноманітне сміття разом із сировиною) у 700 кг/м<sup>3</sup> маса об'єму, що розвантажуються складає 17,5 т. Слід зауважити, що дана маса є максимальна, при повному завантаженні бункера, що трапляється досить рідко.

$$M(\text{Бун}) = 17,5 * 0,2 / 100 / 1000 = 0,00035 \text{ т/рік}$$

$$M(\text{Бун}) = 0,00035 * (10^6) / 3600 * 12 * 0,33 = 0,0245 \text{ г/с}$$

Визначені та розраховані значення викидів представлені у табл. 3.4.

*Таблиця 3.4*

Валові викиди від завантажувальних робіт елеватора

	Найменування джерела утворення, цех	Визначені, г/с	Розрахунок, т/рік
1	Транспортування сировини ПЗР*, елеватор	0,358	1,937
5	Транспортування сировини ПЗР*, елеватор	0,0245	0,00035
6	Транспортування сировини ПЗР*, елеватор	0,0245	0,00035
7	Транспортування сировини ПЗР*, елеватор	0,0245	0,00035
8	Транспортування сировини ПЗР*, елеватор	0,0245	0,00035

\*ПЗР – пост завантаження/розвантаження.

Об'єм забруднюючих речовин в атмосферу від завантажувальних і розвантажувальних постів елеватора становить 0,456 г/с, річний розрахований викид дорівнює 1,9384 т/рік. Викид джерела №11 відносно порогового вищий у 4 рази, джерела №25-28 мають великий амортизаційний запас у разі розвитку потужностей підприємства. При оцінці викидів від організованих та неорганізованих джерел викиду треба враховувати, що в останніх відсутні аспіраційні установки.

Дослідивши сумарні обсяги викидів по джерелах №1-18 та №25-28, речовин у вигляді твердих суспендованих частинок, можна побачити, що найбільші значення викидів притаманні тим джерелам діяльності, яких пов'язана з сировиною, яка використовується для виготовлення комбікормів. Обсяги викидів по кожному з цехів підприємства представленні у табл. 3.5.

Таблиця 3.5

## Обсяги викидів пилу по кожному з цехів

Назва цеху	Кількість джерел	Визначені, г/с	Розрахунок, т/рік
Цех розсипних комбікормів	5	0,253335	3,170984
Цех готової продукції	2	0,1158	0,45871
Цех гранульованих комбікормів	3	0,162825	1,465429
Елеватор	12	0,0745978	4,548183

Дослідження по обсягам викидів по кожному цеху представленні у табл. 3.5 з них видно, що найбільші викиди у розмірі 4,548183 т/рік виникають від елеваторів, наступним йде цех розсипних комбікормів з показником у 3,170984 т/рік.

Визначення доцільності проведення розрахунку розсіювання забруднюючих речовин, табл. 3.6, на ЕОМ проводиться відповідно до вимог пункту 5.21 ОНД-86.

$$\begin{aligned}\Phi &= M(\text{ГДК} \cdot H) > 0,01 \text{ при } H > 10 \text{ м}, \\ \Phi &= M \text{ГДК} > 0,1 \text{ при } H < 10 \text{ м}\end{aligned}\quad (3.3)$$

де М - сумарний розмір викиду шкідливих речовин від усіх джерел підприємства, г/с; Н - середня висота викиду, м.

Таблиця 3.6

## Розрахунок доцільності розсіювання

п/п	Найменування речовини	Середня висота Н, м	Викид по підприємству М, г/с	ГДК (ОБРВ) мг/м <sup>3</sup>	М/ГДК	Для Н<10м М/ГДК >0,1
9	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	13,1	4,6098	0,5	0,5762	0,1

Відповідно до отриманих результатів необхідно проводити розрахунок розсіювання забруднюючих речовин (пилу).

Таким чином можна сказати, що значна кількість викидів виникає при транспортуванні, пересипці та обробці сировини. Треба зазначити що кількість використаної сировини за рік становить 230648 тонн, об'єм виготовленої продукції дорівнює 229351 тонн, відповідно до цих даних та враховуючі, що при виготовленні комбікормів втрата маси в середньому складає 40%, 777 тонн - це верхня межа потенційного викиду.

### 3.2 Загальні положення побудови розсіювання викидів підприємства

#### 3.2.1 Головні положення атмосферної дифузії

Розвиток методів прогнозу ґрунтується на результатах теоретичного і експериментального вивчення закономірностей поширення домішок, що викидаються джерелами забруднення атмосфери. Серед існуючих методів опису закономірностей розповсюдження домішок залежно від математичного апарату можна виділити [22]: а) емпірично-статистичні методи; б) статистичні методи; в) гаусівські моделі; г) моделі турбулентної дифузії.

Емпірично-статистичні моделі є найпростішими моделями та об'єднують практично всі методи первинної обробки експериментальної інформації, що формулюється у вигляді алгебраїчних співвідношень.

Основною метою побудови цих моделей є:

- упорядкування або агрегація інформації щодо показників забруднення повітря;
- пошук, кількісна оцінка та змістовна інтерпретація причинно наслідкових зв'язків між рівнем забруднення атмосфери та кількістю викидів від джерел забруднення;
- ідентифікацію параметрів розрахункових рівнянь, їх зміну в часі і просторі тощо.

Емпірично-статистичні моделі обґрунтуванням підходів до побудови моделей інших типів (у першу чергу, імітаційних). Прикладом моделі цього

типу можуть бути моделі простих поверхневих джерел, які співвідносять річні концентрації забруднюючих речовин над міською територією з інтенсивністю джерел, помноженими на обернену величину середньої швидкості вітру. Для цієї найпростішої моделі ступінь забруднення пропорційний кількості викидів. Цей коефіцієнт пропорційності використовується для розрахунку зміни концентрації забруднення атмосфери при зміні кількості викидів. Такі емпіричні моделі прогнозують ступінь майбутнього забруднення повітря в залежності від росту викидів за ретроспективними даними про якість навколишнього атмосферного повітря [25]

Емпірично-статистичні моделі є максимально спрощеними і не можуть забезпечити необхідну точність оцінки якості атмосферного повітря. Проте вони можуть бути використані для експрес-оцінки та скринінгового аналізу середньорічного забруднення повітряного середовища міста і можуть вказати на необхідність або недоцільність більш точної подальшої оцінки екологічного ризику, спричиненого забрудненням атмосфери даної території.

Статистичні методи за допомогою кореляційного та спектрального аналізу або стохастичних рівнянь пов'язують між собою різноманітні метеорологічні параметри, властивості підстилаючої поверхні та параметри якості повітря. До таких методів належать:

а) регресійні моделі, тобто регресійне рівняння, що використовується для прогнозування рівня забруднення повітря сірчистим ангідридом  $\text{SO}_2$

б) авторегресійні моделі для аналізу зміни у часі метеорологічних параметрів або показників забруднення атмосфери, значення яких в даний момент часу залежить від значень цього параметру в попередні моменти часу. Серед переваг статистичних методів можна назвати відносно простий математичний апарат моделей та низькі потреби в обчислювальних ресурсах. Недоліком методу є високі значення похибок при довгострокових прогнозах внаслідок значних відхилень усередині вибірки даних для прогнозу. Для уточнення вихідних даних і підвищення репрезентативності результатів статистичних моделей вводять граничні умови, які є специфічними для

кожної конкретної задачі прогнозу розповсюдження домішки в атмосферному повітрі [24].

Гаусівські моделі створені на основі уявлень Гауса про статистичні розподіли. Ці моделі використовують для визначення локальної дисперсії, а їх аналітичний розв'язок отриманий для стаціонарних та нестаціонарних розподілів. При цьому розглядають певну множину часток домішки, що викидаються з точкового джерела.

Для нестаціонарної моделі Гауса миттєві значення концентрації домішки  $C$  що викидаються в атмосферу безперервним точковим джерелом, отримують з розподілу у просторі та часі:

Гаусівські моделі з різними способами завдання  $ax$ ,  $ay$ ,  $az$  мають свої назви. Наприклад, модель Пасквіла-Брігса, формула Сетона. Для обчислення концентрації забруднюючої домішки  $C$  використовується гаусівський розподіл зі стандартними відхиленнями  $a_x$ ,  $a_y$ ,  $a_z$  із рівняння (3.4) [1, 22].

$$C(x, y, z, t) = \frac{Q}{(2\pi)^{\frac{3}{2}} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{(x-ut)^2}{2\sigma_x^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \times \left[ \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp(-z) + H 22\sigma_z^2 \right] \quad (3.4)$$

де  $Q$ - потужність джерела

$u$  - швидкість вітру на висоті  $H$

$x$  - відстань від джерела

$y$  - поперечна відстань від осі шлейфу

$z$  - висота над поверхнею землі

$H$  - кінцевий підйом шлейфу над землею (ефективна висота підйому шлейфу).

Ці моделі є досить поширеними, вони покладені в основу моделей оцінки якості атмосферного повітря, що використовуються в багатьох європейських країнах (табл. 3.7).

Моделі турбулентно-дифузійного переносу застосовуються для прогнозування розповсюдження забруднюючих домішок у мезомасштабному

примежовому шарі. Такі моделі базуються з одного боку на апіорній інформації у вигляді рівнянь турбулентного переносу забруднюючих речовин і припущеннях про постійність швидкості вітру та поля коефіцієнта турбулентної дифузії у межах локального регіону, для якого здійснюється прогноз. Однак, з іншого боку, ці моделі базуються на супутніх прогнозуванню оперативних даних поля концентрації забруднюючих речовин у деяких опорних точках (постах екологічного контролю) [30].

Таблиця 3.7

Європейські моделі розповсюдження домішок в атмосфері на основі Гаусівського розподілу [1, 4].

Модель	Країна	Xmax, км	Cmax, мкг/м
STACKS	Нідерланди, Іспанія, Польща	11	65
IDFM	Бельгія	4,7	258
OML	Данія	2	146
ON M9440	Австрія	1	111

У загальному вигляді задача прогнозу забруднення повітря математично може бути визначена як розв'язання за певних початкових і граничних умов диференційного рівняння:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \sum_{i=1}^{\infty} U_i \frac{\partial C}{\partial X_i} = \sum_{i=1}^{\infty} U_i \frac{\partial}{\partial X_i} K_i \frac{\partial C}{\partial X_i} - aC \quad (3.5)$$

де  $t$ - час;

$X_i$  - координати;

$U_i$  - складові середньої швидкості переміщення домішки;

$K_i$  - складові коефіцієнту обміну;

$i=1,2,3$ - напрямки осей координат;

$a$  - коефіцієнт, що визначає зміну концентрації за рахунок перетворення домішки.

$C$  - концентрація домішки.

При прогнозі забруднення повітря основний інтерес представляє визначення очікуваних концентрацій в приземному шарі  $h=1,2-2$  м. (500 м).



В приземному шарі атмосфери до рівня  $z=h$  коефіцієнт обміну зростає пропорційно висоті, швидкість є логарифмічною функцією висоти.

При  $z=0$  (на рівні поверхні землі) можна наближено прийняти в якості граничного значення  $kz=k_0$  - коефіцієнт молекулярної дифузії для повітря.

Аналітичне рішення рівняння дифузії можна записати для випадку, коли  $uikz$  задати ступінь функціями від  $z$  [24].

$$C = \frac{M}{2(1-n)\kappa_1\sqrt{\pi_0x^3}} e^{\frac{u_1H^{1+n}}{(1+n)^2\kappa_1x}} - \frac{y^2}{4\kappa_0x} \quad (3.6)$$

де  $M$  - викиди речовини від джерела за одиницю часу, мг/с,

$H$  - висота джерела викиду, м.

Для домішки, що легкої зберігається ( $w=a=0$ ).

Значення потужності викиду  $M$  (г/сек) і витрат газоповітряної суміші  $V_I$  (м<sup>3</sup>/с) при проектуванні підприємств визначаються розрахунком в технологічній частині проекту або приймаються відповідно до нормативів, що діють для даного виробництва (процесу). У розрахунку приймаються поєднання  $M$  і  $V_I$ , що реально мають місце протягом року за встановлених (звичайних) умов експлуатації підприємства, при яких досягається максимальне значення.

Для визначення значення  $\Delta T$  слід приймати температуру навколишнього атмосферного повітря  $T_\theta$ , рівну середній максимальній температурі зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця року, а температуру газоповітряної суміші  $T_c$  – за діючими технологічними нормативами для даного підприємства. Для котельних, що працюють за опалювальним графіком, допускається при розрахунках приймати значення  $T_\theta$  рівними середнім температурам зовнішнього повітря за найхолодніший місяць [25].

### 3.2.2 Особливості застосування методики розрахунків приземних концентрацій забруднюючих речовин для України

При вивченні питань прогнозування забруднення атмосфери було виявлено, що найбільшу популярність отримав метод М.Є Берлянда, який

оформлений під керівництвом М.Є. Берлянда в вигляді нормативного документа ОНД-86. Даний документ використовується при проектуванні нових підприємств, а також при нормуванні викидів в атмосферу проектованих і діючих підприємств.

Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини  $C_m$  (мг/м<sup>3</sup>) при викиді газоповітряної суміші з одиночного точкового джерела досягається при несприятливих метеорологічних умовах на відстані  $X_m$  (м) від джерела і визначається за формулою (3.6) [26].

$$C_m = \frac{AMFn\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \text{ мг/м}^3 \quad (3.7)$$

$A$  – температурна стратифікація атмосфери; для України (50...52° пн.ш.):  $A = 180$ , до 50° пн.ш.:  $A = 200$ ;

$n, m$  – умови виходу газоповітряної суміші з джерела;

$$m(f) = m[f(\omega_0, D, H, \Delta T)]; \quad (3.8)$$

$$n(f, V_m) = n[f(\omega_0, D, H, \Delta T), V_m(V_1, \Delta T, H)]. \quad (3.9)$$

$\eta$  – вплив рельєфу місцевості (при перепаді 50 м/1 км  $\eta \approx 1$ );

$F$  – безрозмірний коефіцієнт, який враховує швидкість осадження забруднювача в атмосфері;

- для газоподібних та дрібнодисперсних аерозолей (пил, зола), для яких швидкість упорядкованого осадження практично нульова,  $F = 1$ ;
- при коефіцієнті очистки 90%  $F = 2$ ;
- при 75 % і менше –  $F = 3$ .

Значення безрозмірного коефіцієнта  $F$  приймається: для газоподібних шкідливих речовин і дрібнодисперсних аерозолів (пили, золи і т. п., швидкість упорядкованого осідання яких практично дорівнює нулю)  $F=1$ ; Допоміжні параметри для розрахунку коефіцієнтів  $n, m, d$  знаходять за формулами [3,26]:

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}; \quad (3.9)$$

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}; \quad (3.10)$$

$$V'_m = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 D}{H}; \quad (3.11)$$

$$f_e = 800 \cdot (V'_m)^3; \quad (3.12)$$

$$V_1 = 2\pi R^2 \cdot \omega_0; \quad V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0; \quad (3.13)$$

$\omega_0$ (м/с) - середня швидкість виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду.

Коефіцієнт  $m$  визначається в залежності від  $f$  (див. формулу 3.9) за наступними формулами [1]:

а) якщо  $f < 100$ , то

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}; \quad (3.14)$$

б) якщо  $f > 100$ , то

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}. \quad (3.15)$$

Коефіцієнт  $n$  визначається в залежності від  $f$  і  $V_m$  (визари 3.9 і 3.10) за наступними формулами [1, 5]:

а) якщо  $f < 100$  і  $V_m \geq 2$ , то  $n = 1$ ;

б) якщо  $f > 100$  і  $0,5 \leq V_m < 2$ , то

$$n = 0,532V_m^2 - 2,13V_m + 3,13. \quad (3.16)$$

в) якщо  $f < 100$  і  $V_m < 0,5$ , то

$$n = 4,1/V_m; \quad (3.17)$$

г) якщо  $f > 100$  і  $V_m$  не знаходиться в інтервалі  $[0,5;2)$ , то

$$n = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}. \quad (3.18)$$

Коефіцієнти  $m$  і  $n$  – числові значення, розмірності не мають за умови, що при знаходженні  $f$ ,  $V_m$ ,  $V_m'$ ,  $f_e$  – використані параметри із заданою розмірністю.

Значення коефіцієнта  $A$ , відповідає несприятливим метеорологічним умовам, при яких концентрація шкідливих речовин в атмосферному повітрі максимальна, приймається рівним:

180 - Україна (для розташованих на Україні джерел висотою менше 200м в зоні від  $50^\circ$  до  $52^\circ$  с. ш.)

200 - Україна (для розташованих на Україні джерел висотою менше 200 м, південніше  $50^\circ$  с. ш.)

Поширення в атмосфері викидів із точкових джерел та вентиляційних отворів промислових установок підпорядковується законам турбулентної дифузії. На процес розсіювання викидів істотно впливає стан атмосфери, розташування підприємств та джерел викидів, характер місцевості, фізичні і хімічні властивості речовин що складають основну масу викидів, висота джерела та його середній діаметр та ін. Горизонтальне переміщення домішок визначається в основному швидкістю вітру, а вертикальне – розподілом температур у вертикальному напрямку [4].

У міру віддалення від джерела викиду в напрямку поширення промислових викидів можна умовно виділити три зони забруднення атмосфери:

- 1) зона перекидання факелу викидів, що характеризується відносно невисоким вмістом шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери;
- 2) зона задимлення з максимальним вмістом шкідливих речовин;
- 3) зона поступового зниження рівня забруднення (рис. 3.3).

Максимальна концентрація прямо пропорційна продуктивності джерела і обернено пропорційна квадрату висоти над землею. Підйом гарячих струменів повністю обумовлений підйомною силою газів, що мають більш високу температуру, ніж навколишнє повітря.

Підвищення температури та збільшення питомої швидкості виходу газів із джерела призводить до збільшення підйомної сили і зниження їх приземної концентрації [6].

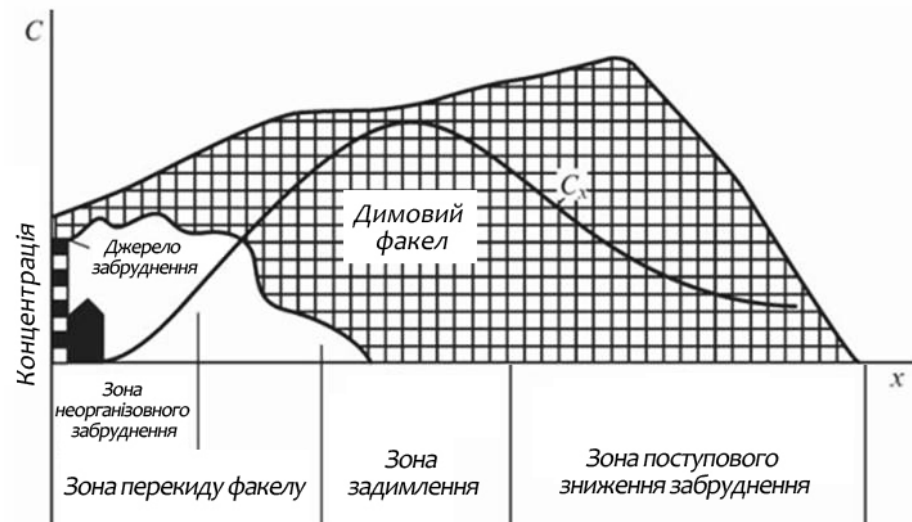


Рис. 3.3. Розподіл приземної концентрації забруднюючої речовини в атмосфері на осі факела викиду точкового джерела [20].

Поширення газоподібних домішок і пилових частинки діаметром менше 10 мкм, що мають незначну швидкість осадження, підпорядковується загальним закономірностям. Для більш крупних часток ця закономірність порушується, так як швидкість їх осадження під дією сили тяжіння зростає. Оскільки при очищенні токсичного пилу великі частки уловлюються, як правило, легше ніж дрібні, в викидах залишаються в основному дуже дрібні частинки, тому їх розсіювання в атмосфері розраховують подібно до газових викидів (рис. 3.4) [24].

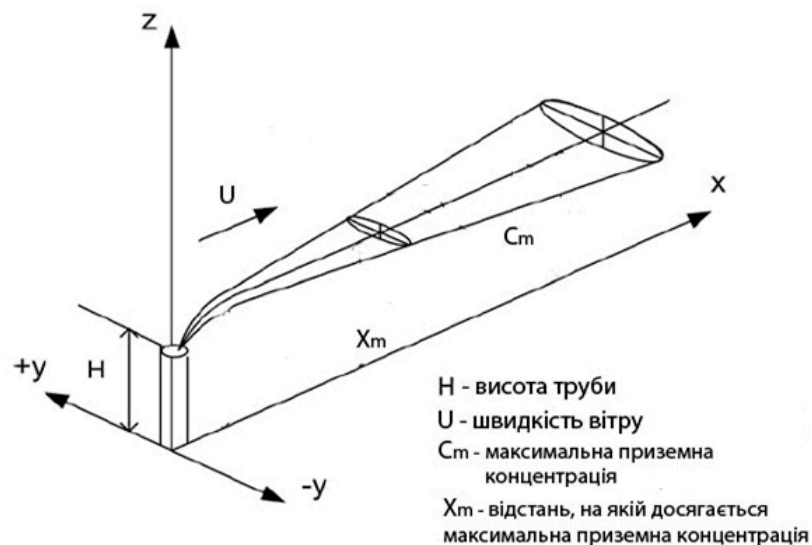


Рис. 3.4. Схема поширення забруднюючої речовини в атмосфері вдовж осі дії вітру у певному напрямку [25].

Методика ОНД-86 для зручності використання була багатократно реалізована у вигляді програм для ЕОМ.

Значення функції  $F_1$  визначається залежно від відношення  $x/a$  за графіками на рисунку 3.3 ОНД-86, відповідним різним формам рельєфу.

Для даної задачі досліджений вплив рельєфу міської забудови та введений поправочний коефіцієнт  $y$  при визначенні відстані де спостерігається максимальна концентрація.

Після виходу забруднюючих речовин з джерел викидів, вони не залишаються в атмосфері в незмінному вигляді. Відбувається зміна структури атмосферного повітря в процесі динамічних явищ, таких як переміщення і поширення в просторі, турбулентна дифузія, розведення і т.д. Забруднюючі речовини вступають в хімічну взаємодію з іншими компонентами атмосферного повітря, змінюючи в часі і в просторі свій кількісний і якісний склад [1, 26]].

Розсіювання є одним із шляхів досягнення встановлених нормативів якості повітря в приземному шарі атмосфери в районі розташування підприємства.

Ефективність розсіювання залежить від наступних факторів:

- висоти джерела викиду  $H$ , м
- висоти підйому викидних газів над гирлом джерела. Висота підйому газів забезпечується напрямком руху зі швидкістю  $w_0$ , м/с;
- процесу піднімання теплих газів, що випускаються в більш холодне навколишнє повітря;
- горизонтального рух вітру, що зменшує дію вертикальної швидкості і ефекту підняття.

Струмінь газу, виходячи з джерела викиду, переміщується із незабрудненим холодним атмосферним повітрям, тому має місце зниження концентрації забруднюючої речовини, що і становить суть розсіювання. Ступінь розведення викидів знаходиться в прямій залежності від відстані, і відповідно, швидкості вітру в напрямку дії якого відбувається процес осадження

забруднюючих речовин. Шкідливі речовини, що містяться в викиді, розповсюджуються в напрямку вітру в межах сектора, обмеженого досить малим кутом розкриття факела поблизу виходу з труби в 100-200 м (рис. 3.5.-3.6) [9].

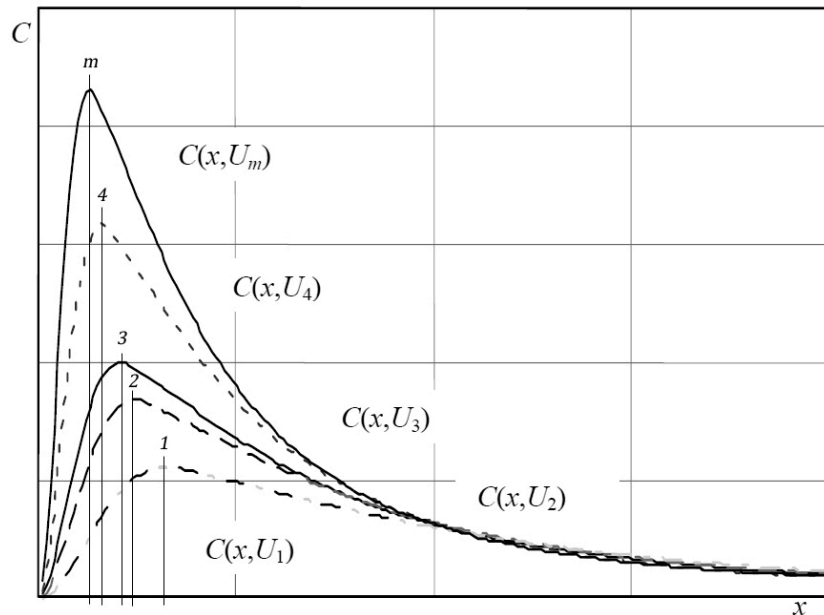


Рис. 3.5 – Зміна концентрації забруднюючої речовини вдовж осі дії вітру.

При побудові картини розсіювання шкідливих речовин практичний інтерес представляє не вертикальний розподіл концентрації в просторі (зокрема, по висоті факела), а зміна концентрації в приземному шарі атмосфери, тобто в 2-х метровому шарі над поверхнею землі, де в основному перебувають люди [22].

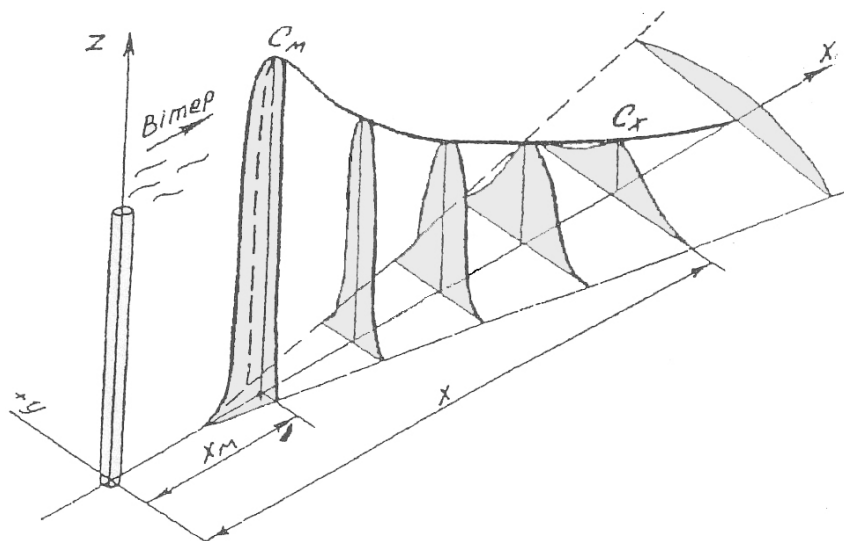


Рис. 3.6. Аксонометрична схема зміни приземної концентрації забруднюючих речовин.

Фактори, що впливають на приземний розподіл забруднюючих речовин: метеорологічні, кліматичні, рельєф місцевості і характер розташування на ній об'єктів підприємства, висота димових труб і гідродинамічні параметри викиду забруднюючих речовин.

До метеорологічних чинників відносять:

- температуру навколишнього повітря;
- швидкість вітру, температурну стратифікацію (розподіл температур навколишнього повітря в вертикальному напрямку поблизу джерела) [6];

Особлива їх роль проявляється в нижньому шарі атмосфери - до висоти 50-250 м над поверхнею землі.

Сильний вплив на рівень приземної концентрації шкідливих речовин надає температурна стратифікація, яка визначається здатністю поверхні Землі поглинати або випромінювати тепло. У денний час земна поверхня нагрівається і віддає тепло, нагріваючи приземний шар повітря, але в міру підйому вгору температура падає.

Вночі земна поверхня віддає в навколишній простір велику кількість променистого тепла. При цьому земна поверхня остигає, охолоджуючись, знижується температура приземного шару повітря, на відміну від верхніх шарів. В результаті відбувається процес інверсії (поворот) розподілу температур в повітряній оболонці Землі - температура повітря з висотою підвищується [3].

Максимальне значення приземної концентрації  $C_{mi}$  забруднювача (на висоті 2 м), яке досягається при  $U \neq U_m$ , обчислюється за наступною формулою [24]:

$$C_{mi} = r C_m, \text{ мг/м}^3 \quad (3.19)$$

Коефіцієнт  $r$  визначається в залежності від відношення  $U/U_m$  за наступними формулами [24]:

$$\text{а) при } \frac{U}{U_m} \leq 1, \quad r = 0,67\left(\frac{U}{U_m}\right) + 1,67\left(\frac{U}{U_m}\right)^2 - 1,34\left(\frac{U}{U_m}\right)^3; \quad (3.20)$$



$$\text{б) при } \frac{U}{U_m} > 1, \quad r = \frac{3 \cdot \frac{U}{U_m}}{2\left(\frac{U}{U_m}\right)^2 - \frac{U}{U_m} + 2}. \quad (3.21)$$

Проведений вище короткий огляд методу розрахунків розповсюдження викидів в атмосферу не може претендувати на вичерпний виклад цієї великої швидко розвиваючої сфери. Робота в даній сфері не може вважатися закінченою. Нині залишається багато невирішених проблем (врахування і вплив рельєфу місцевості і забудови на розповсюдження викидів, розрахунок полів концентрацій при аномальних метеорологічних умовах, моделювання переносу з урахуванням фізико-хімічних перетворень та інше). Можна стверджувати, що навіть найпростіша постановка задачі про викиди з комбікормових заводів та споріднених об'єктів в умовах однорідної місцевості з заданою рельєфністю поверхні з при незмінних метеорологічних параметрах не отримала ще достатньо повного і адекватного рішення.

### 3.3 Оцінка впливу викидів комбікормового заводу

#### 3.3.1 Побудова діаграм розсіювання твердих суспендованих частинок джерел викидів комбікормового підприємства

Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин в приземному шарі атмосферного повітря, створених викидами від джерел підприємства, проведений на ЕОМ за допомогою уніфікованого програмного комплексу «ЕОЛ-Плюс», версія 5.23. Уніфікований комплекс програм «ЕОЛ Плюс», розроблений у відповідності з вимогами ОНД-86 і призначений для розрахунку концентрацій забруднення атмосферного повітря, селітебних і промислових територій. Програмний комплекс «ЕОЛ-Плюс», дозволений до використання Міністерством охорони навколишнього природного середовища України. Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин отримує інформацію про найбільшу із концентрацій у вузлах розрахункової сітки. Одержані в результаті розрахунку концентрації у вузлових точках розрахункової сітки слугують основою для побудови карт розповсюдження

забруднюючих речовин на розрахунковій ділянці. Величина концентрації визначається у відносних одиницях (частках ГДК). Графічним зображенням результатів розрахунку рівня забруднення є карти поля забруднення приземного шару атмосферного повітря над територією розрахункової ділянки даною забруднюючою речовиною. Метеорологічна характеристика розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, прийняті за даними Центральної геофізичної обсерваторії.

Розрахунки розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі ЕОМ проводились з метою визначення зони впливу джерел викидів планової діяльності на рівень забруднення атмосферного повітря в його приземному шарі. Встановлення і нормування величини гранично допустимих викидів (ГДК) шкідливих речовин в атмосферному повітрі за ГОСТом 17.2.3.02-78 проводиться згідно з критерієм якості атмосферного повітря

$$K = C_p / \text{ГДК} \quad (3.22)$$

де,  $C_p$  - розрахункова величина концентрації шкідливого домішку в приземному шарі атмосферного повітря над заданою точкою поверхні,  $\text{мг/м}^3$ .

ГДК – гранично допустима концентрація шкідливої домішки, затвердженої Міністерством охорони здоров'я України.

Якість повітря за ступенем його забрудненості шкідливими речовинами вважається задовільною, якщо  $K=1,0$ , а величина викидів  $M(\text{г/с})$ , яка обумовила концентрацію  $C_p$  при несприятливих умовах розсіювання, є допустимою по відношенню до даної точки. Таким чином, завдання нормування величини викидів  $M$  зводиться до розрахунку  $C_p$  і перевірки умови  $K=1,0$ .

Відповідно до п.3.3 «Державний санітарних правил охорони атмосферного повітря населених місць» (ДСП-201-97) концентрації забруднюючих речовин на території проммайданчика та території санітарно-захисної зони (СЗЗ) можуть бути більшими ніж вказані нормативи, але не повинні перевищувати значень, які дорівнюють 30% від величини ГДК (ОБРД) [14] для повітря робочої зони.

При побудові характеристики та коефіцієнти опису місцевості, які представленні у табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері населеного пункту м. Києва.

Найменування характеристик	Величина
Коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери, А	180
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця року, Т, град., С	25
Середня температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця (для котельних, які працюють за опалювальним графіком), Т, град. С	-4,7
Середньорічна роза вітрів, %	13,6
Пн (північ)	9,1
ПнСх (північний схід)	8,8
Сх (схід)	12,8
ПдСх (південний схід)	13
Пд (південь)	11,5
ПдЗх (південний захід)	17,7
З (захід)	13,5
ПнЗах (північний захід)	16,5
Швидкість вітру (N) (за середніми багаторічними даними), повторення перевищення якої складає 5%, U*, м/с	7

Діаграма розповсюдження викидів по сторонам світу без врахування повторюваності вітрів показано на рис. 3.6.

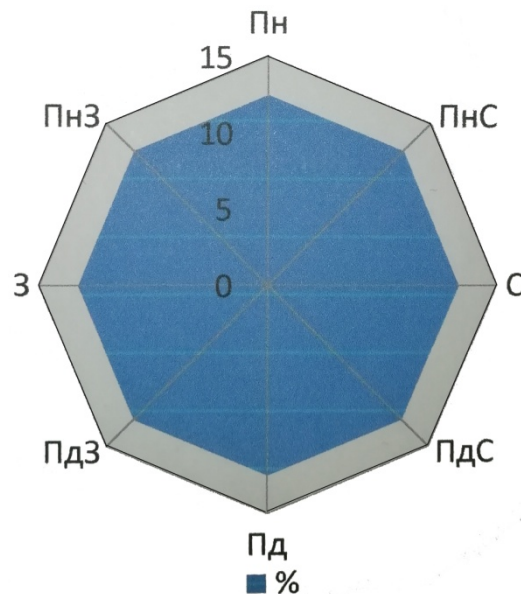


Рис. 3.7 Розповсюдження викидів по сторонам світу без врахування повторюваності вітрів

Діаграма розповсюдження викидів по сторонам світу із врахуванням повторюваності вітрів в атмосферному повітрі населеного пункту м. Києва показано на рис. 3.7.

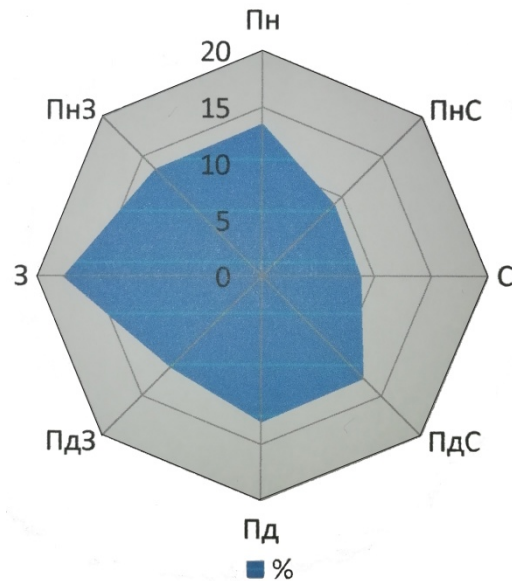


Рис. 3.8 Розповсюдження викидів по сторонам із врахування повторюваності вітрів в атмосферному повітрі населеного пункту м. Києва.

Порівняємо розповсюдження з урахуванням повторюваності вітрів зображено на рис. 3.7 з рис. 3.8. Для побудови використано показники повторюваності вітрів притаманні місцевості м. Києва.

З огляду на рис. 3.7 та 3.8 зрозуміло, що без врахування рози вітрів отримуються завищенні значення концентрації у північно-східному, східному та південно-західному напрямках, та заниженні у всіх інших напрямках світу.

Таким чином для отримання коректних показників концентрації викидів необхідно використовувати визначенні дані повторюваності вітрів для отримання рози вітрів відповідно до місцевості розрахунку розсіювання викидів.

### 3.3.2. Аналіз впливу викидів комбикормового підприємства

Розсіювання викидів типового комбикормового заводу представлено на рис. 3.9. При побудові використано розу вітрів, яка відповідає місцевості.

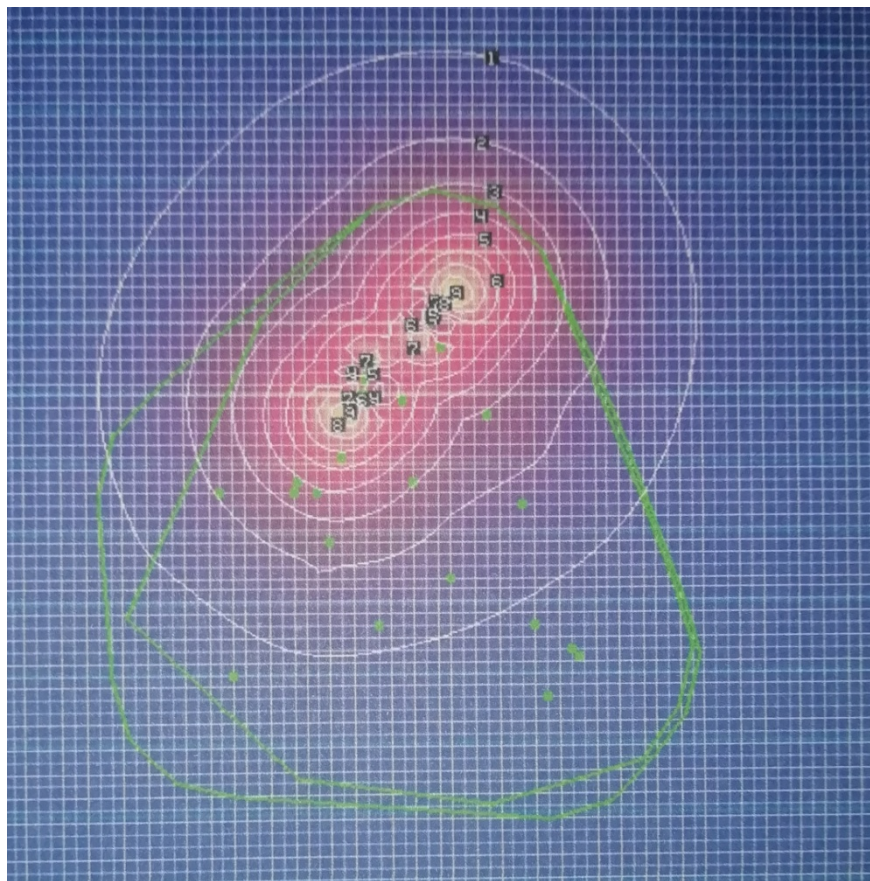


Рис. 3.9 Розсіювання речовин у вигляді твердих суспендованих частинок виявлені під час інвентаризації викидів забруднюючих речовин комбікормового підприємства.

Таблиця 3.9

Значення ГДК викидів виявлені під час інвентаризації викидів забруднюючих речовин комбікормового підприємства, параметри джерел яких наведені у розділі 2.2.2:

№ вузла сітки що відповідає значенню концентрації ГДК	Величина ГДК
1	61,825
2	110,980
3	160,135
4	209,290
5	258,445
6	307,600
7	356,755
8	405,910
9	455,065



Максимальна концентрація у вузлах розрахункової сітки речовин у вигляді твердих суспендованих частинок становить 455 часток ГДК, мінімальна дорівнює 61 частка ГДК. Показники свідчать про перевищення викидів. Лише на відстані у 1,5 км значення коефіцієнта К дорівнює одиниці. С33 типового комбікормового заводу становить 100м (на рис. 3.9 зелена лінія).

Модель розподілу побудована на площинні 400мх400м з кроком 5м, центром координат обрано точки по  $x$  11470м, по  $y$  19620м. Для кожного вузла координатної площини обрано напрям вітру відповідно до джерел, які впливають на дану точку координат, середня швидкість вітру для даного регіону становить 7-8 м/с (рис. 3.10).

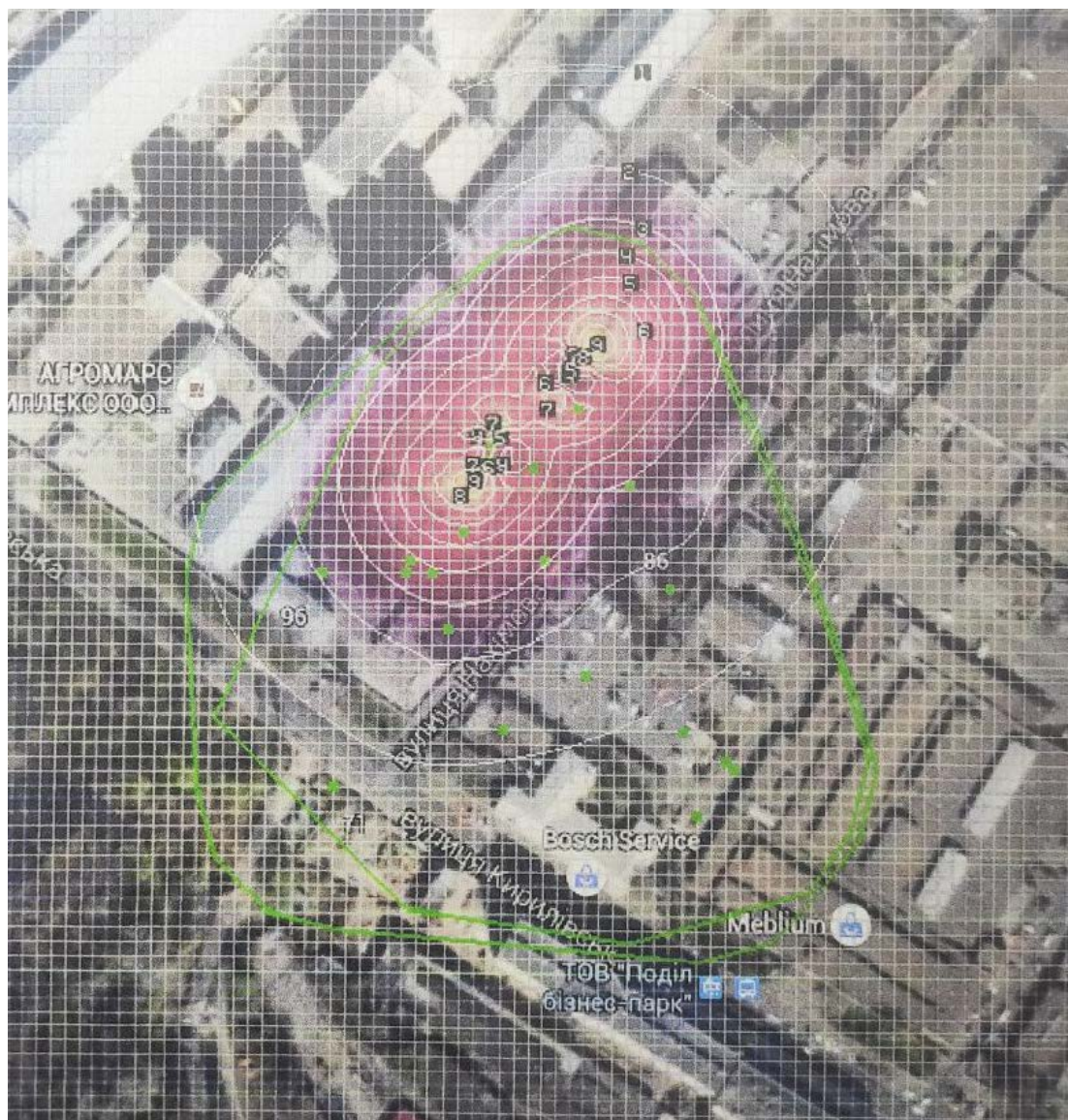


Рис. 3.10 – Розсіювання речовин у вигляді твердих суспендованих частинок: а) супутник б) карта-схема.

Для побудови моделі використано наступні дані:

1) організовані джерела викиду-висота, об'ємна витрата та швидкість вітру від висоти (для високих джерел від 4м – найбільша швидкість вітру, характерна для даної місцевості);

2) неорганізовані джерела викиду - показники концентрації пилу, при вимірюванні на відстані в 0,5м від місця проведення робіт, та швидкості вітру

Для детального аналізу та врахування необхідних параметрів побудовано діаграму розподілу викидів комбикормового підприємства, яка зображена на рис.3.11.

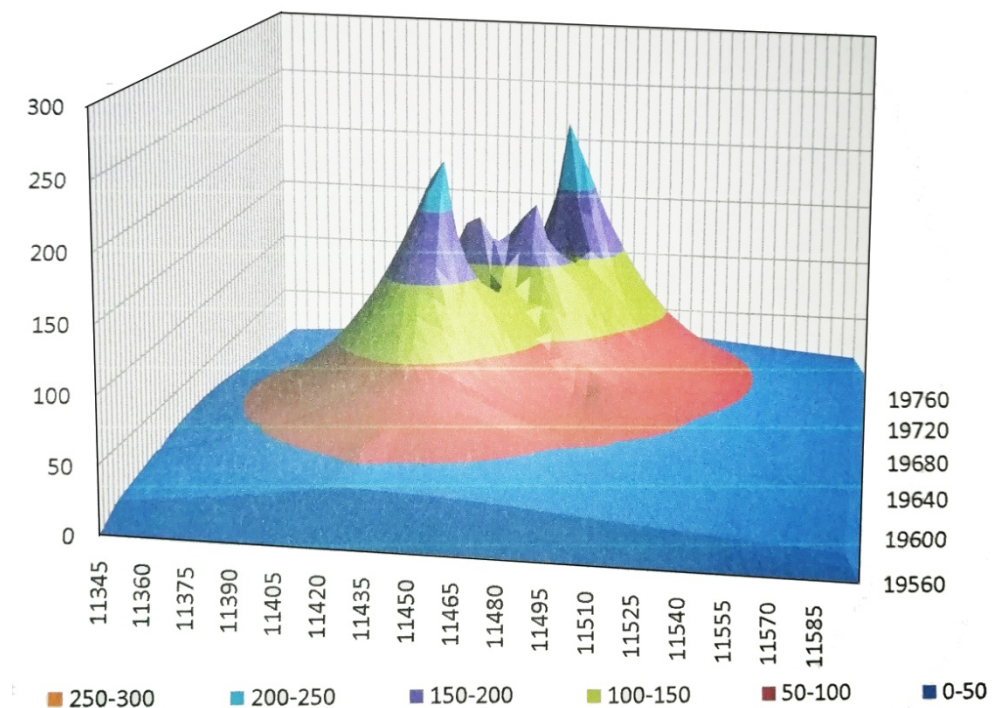


Рис. 3.11 Діаграма розподілу викидів комбикормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок.

Розрахункові величини концентрації речовин у в атмосферному повітрі на заданій площині суспендованих частинок коливаються від  $6,3 \text{ мг/м}^3$  до  $252 \text{ мг/м}^3$ . Точки з найбільшою концентрацією відповідають розміщенню джерел викиду пилу по мірі віддалення від джерел відбувається розсіювання ЗР, що загалом знижує значення концентрації на відстані від території підприємства.

Розглянемо детальніше: найвища концентрація безпосередньо над джерелом викиду становить  $252,59 \text{ мг/м}^3$  на відстані у 20 м концентрація



зменшується вдвічі і становить  $129,46 \text{ мг/м}^3$ , значення у  $80,88 \text{ мг/м}^3$  відповідає відстані у 40 м. На межі С33, що становить 100м від джерел забруднення, концентрація дорівнює  $32,3 \text{ мг/м}^3$ .

Усі значення, що наведенні вище мають певні перевищення ГДК, без урахування фонових концентрацій.

Модель розподілу викидів за чотирма напрямками світу побудована на площинні  $500\text{м} \times 500\text{м}$  з кроком у 10м, центром координат обрано точки по  $x11440\text{м}$  по  $y19640\text{м}$ .

Першим побудовано розсіювання у північному напрямку, яке представлено на рис.3.12. Показники часток ГДК відповідають дев'яти зонам, розташування, яких залежить від рівня перевищення ГДК.

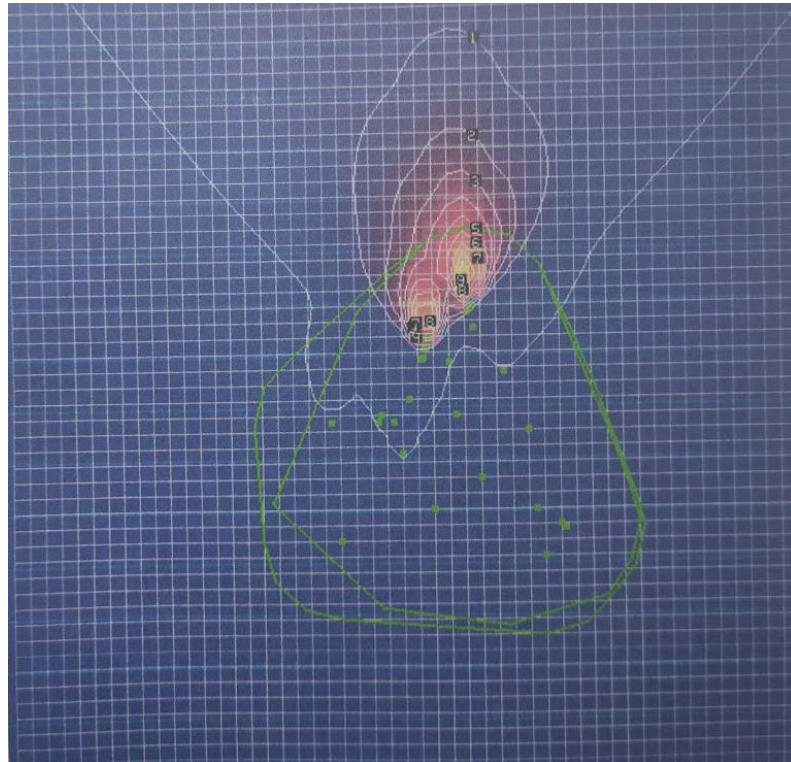


Рис. 3.12 – Розсіювання викидів комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок в північному напрямку при заданій швидкості вітру (2 м/с)

Значення концентрації пилу у вузлах розрахункової сітки в північному напрямку максимальне становить 256 часток ГДК, мінімальна дорівнює 28 ГДК. Показники свідчать про перевищення викидів.



Таблиця 3.10

Розсіювання викидів комбикормового підприємства в північному напрямку при заданій швидкості вітру (2 м/с).

№ вузла сітки що відповідає значенню концентрації ГДК	Величина ГДК
1	28,535
2	7,029
3	85,544
4	114,058
5	142,573
6	171,007
7	189,602
8	228,116
9	256,631

На базі розрахунків побудовано діаграму розподілу викидів комбикормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок у північному напрямку, яка зображена на рис. 3.13.

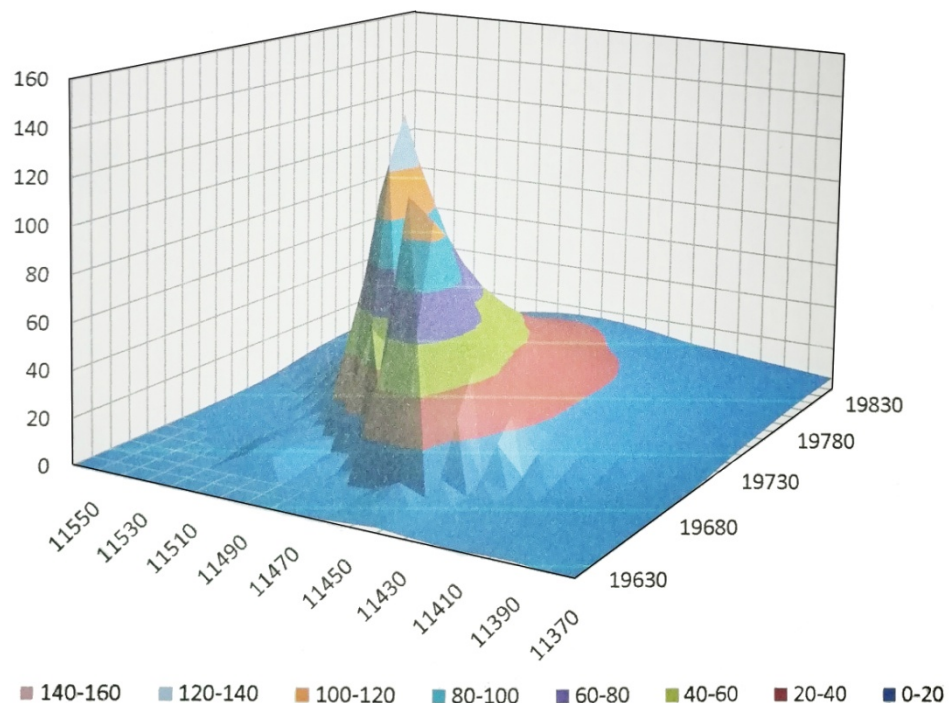


Рис. 3.13 – Діаграма розподілу викидів комбикормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок в північному напрямку при заданій швидкості вітру (2 м/с).

Отриманні величини концентрації речовин у суспендованих частинок в атмосферному повітрі на заданій площині коливаються від  $0 \text{ мг/м}^3$  до  $143 \text{ мг/м}^3$ . Точки з найбільшою концентрацією відповідають розміщенню джерел викиду пилу по мірі віддалення від джерел в північному напрямку відбувається розсіювання ЗР.

Побудовано розсіювання у східному напрямку, яке представлено на рис.3.14.

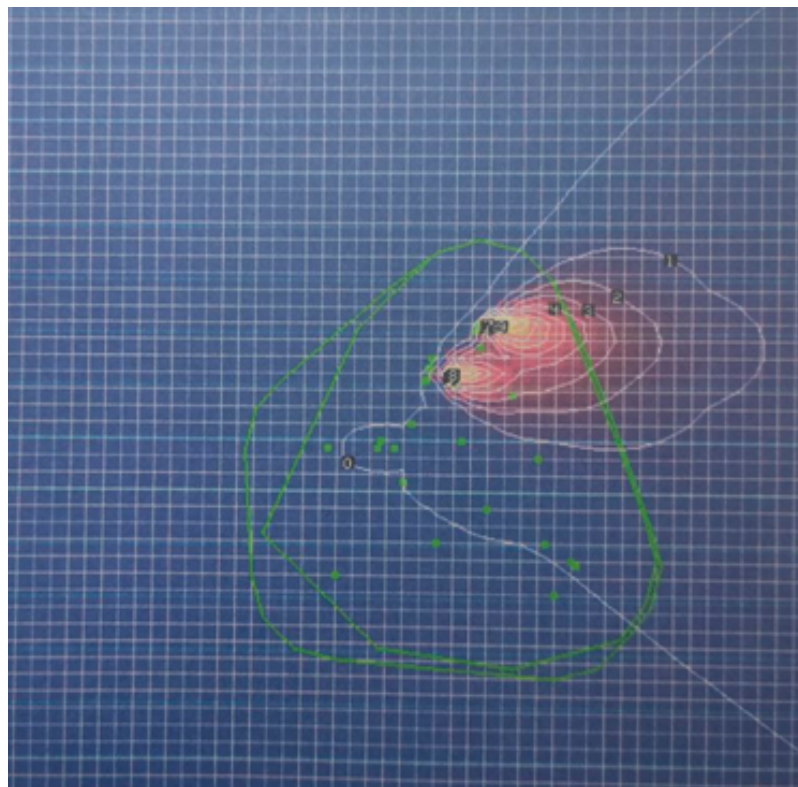


Рис. 3.14 – Розсіювання викидів комбикормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок у східному напрямку при заданій швидкості вітру ( $2 \text{ м/с}$ )

Розглянемо детальніше: найвища концентрація безпосередньо над джерелом викиду становить  $142,57 \text{ мг/м}^3$ , значення у  $71,29 \text{ мг/м}^3$  відповідає відстані у  $40 \text{ м}$ . На межі С33, що становить  $100 \text{ м}$  від джерел забруднення, концентрація дорівнює  $28,51 \text{ мг/м}^3$ . Усі значення, що наведені вище перевищують значення ГДК навіть без урахування фонових концентрацій.

Показники часток 1ДК відповідають дев'яти зонам, розташування, яких залежить від рівня перевищення ГДК.

Таблиця 3.11

Розсіювання викидів у східному напрямку при заданій швидкості вітру (2 м\с) розраховане під час інвентаризації комбикормового підприємства.

№ вузла сітки що відповідає значенню концентрації ГДК	Величина ГДК
1	22,670
2	62,370
3	92,450
4	123,267
5	154,084
6	184,901
7	215,718
8	246,534
9	277,351

Значення концентрації пилу у вузлах розрахункової сітки у східному напрямку максимальне становить 277 часток ГДК, мінімальна дорівнює 30. часток ГДК. Показники свідчать про перевищення викидів у десятки разів.

Величини концентрацій пилу в атмосферному повітрі на заданій площині коливаються від 0 мг/м<sup>3</sup> до 132 мг/м<sup>3</sup>. Точки з найбільшою концентрацією відповідають розміщенню джерел викиду пилу по мірі віддалення від джерел в аналогічному напрямку відбувається розсіювання ЗР.

Розглянемо детальніше: найвища концентрація безпосередньо на джерелом викиду становить 132,41 мг/м<sup>3</sup> на відстані у 20м концентрація зменшується вдвічі становить 92,45 мг/м<sup>3</sup>, значення у 61,63 мг/м<sup>3</sup> відповідає відстані у 40 м.

На межі С33, що становить 100 м від джерел забруднення, концентрація дорівнює 30,82 мг/м<sup>3</sup>. Усі значення, що наведені вище перевищують значення ГДК навіть без урахування фонових концентрацій.

На базі розрахунків побудовано діаграму розподілу викидів у східному напрямку, яка зображена на рис. 3.15.

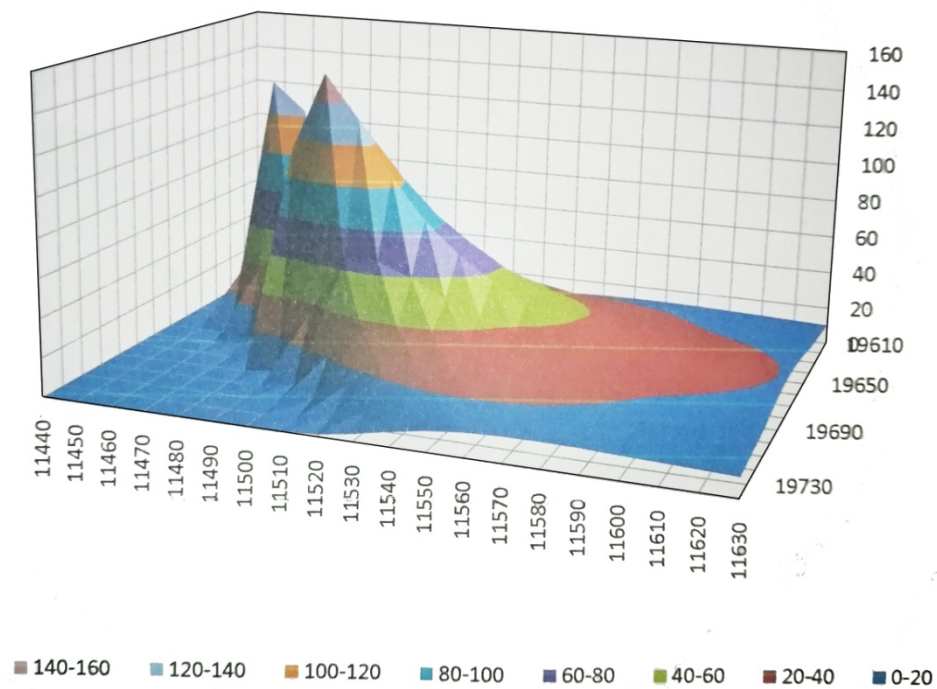


Рис. 3.15 – Діаграма розподілу викидів комбикормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок у східному напрямку при заданій швидкості вітру (2 м/с).

Побудовано розсіювання у південному напрямку, яке представлено на рис. 3.16. Показники часток ГДК відповідають дев'яти зонам, розташування яких залежить від рівня перевищення ГДК.

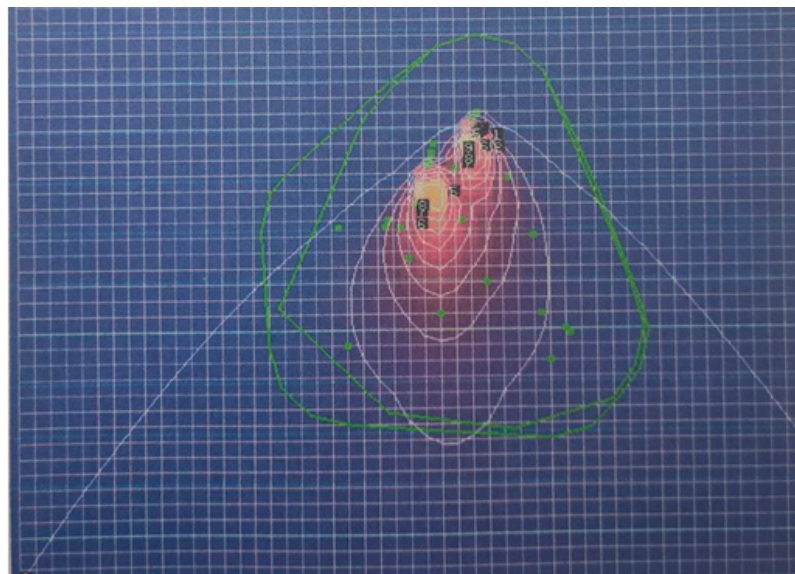


Рис. 3.16 – Розсіювання викидів комбикормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок у південному напрямку при заданій швидкості вітру (2 м/с)

Таблиця 3.12

Розсіювання викидів у південному напрямку при заданій швидкості вітру (2 м\с) розраховане під час інвентаризації комбикормового підприємства.

№ вузла сітки що відповідає значенню концентрації ГДК	Величина ГДК
1	27,887
2	55,775
3	83,662
4	111,549
5	139,436
6	167,324
7	195,211
8	223,099
9	250,986

Значення концентрації пилу у вузлах розрахункової сітки у південному напрямку максимальне становить 250 часток ГДК, мінімальна дорівнює 27 часток ГДК. Показники свідчать про перевищення викидів.

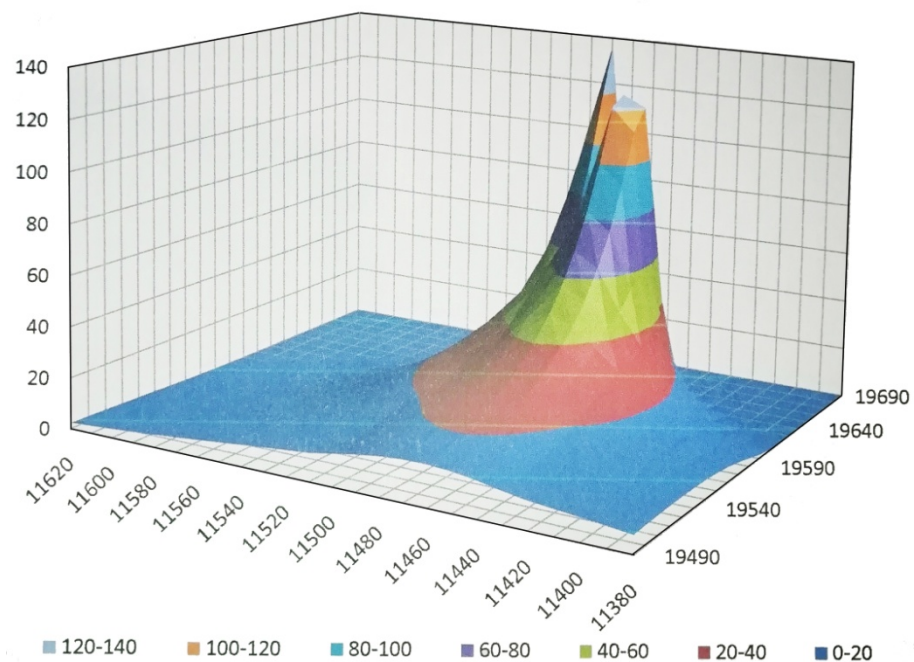


Рис. 3.17 – Діаграма розподілу викидів комбикормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок у південному напрямку при заданій швидкості вітру (2 м/с).



На базі розрахунків побудовано діаграму розподілу викидів у південному напрямку, яка зображена на рис. 3.17.

Величини концентрацій пилу в атмосферному повітрі на заданій площині коливаються від 0  $\text{мг/м}^3$  до 139  $\text{мг/м}^3$ .

Точки з найбільшою концентрацією відповідають розміщенню джерел викиду пилу по мірі віддалення від джерел в північному напрямку відбувається розсіювання ЗР.

Найвища концентрація безпосередньо над джерелом викиду становить 139,44  $\text{мг/м}^3$  на відстані у 20м концентрація зменшується вдвічі і становить 97,61  $\text{мг/м}^3$ , значення у 69,72  $\text{мг/м}^3$  відповідає відстані у 40 м.

На межі С33, що становить 100м від джерел забруднення, концентрація дорівнює 27,89  $\text{мг/м}^3$ . Усі значення, що наведенні вище перевищують значення ГДК навіть без урахування фонових концентрацій.

Побудовано розсіювання у західному напрямку, яке представлено на рис.3. 18. Показники часток ГДК відповідають дев'яти зонам, розташування, яких залежить від рівня перевищення ГДК.

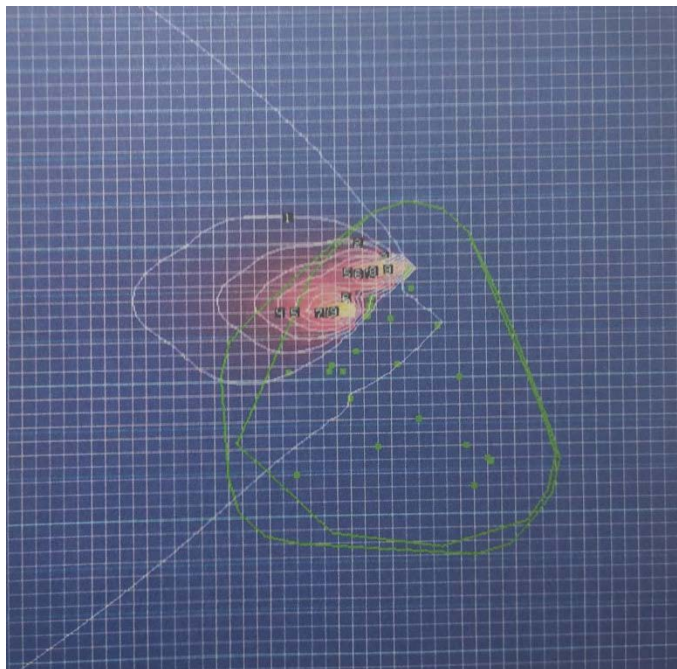


Рис. 3.18 – Розсіювання викидів комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок у західному напрямку при заданій швидкості вітру (2 м/с).

Величини концентрацій пилу в атмосферному повітрі на заданій площині коливаються від 0 мг/м<sup>3</sup> до 146 мг/м<sup>3</sup>. Точки з найбільшою концентрацією відповідають розміщенню джерел викиду пилу по мірі віддалення від джерел в північному напрямку відбувається розсіювання ЗР.

Найвища концентрація безпосередньо на джерелом викиду становить 146,50 мг/м<sup>3</sup> на відстані у 20м, концентрація зменшується вдвічі і становить 102,55мг/м<sup>3</sup>, значення у 73,25 мг/м<sup>3</sup> відповідає відстані у 40 м. На межі С33, що становить 100 м від джерел забруднення, концентрація дорівнює 29,30 мг/м<sup>3</sup>.

Усі значення, що наведенні вище перевищують значення ГДК навіть без урахування фонових концентрацій.

Дослідивши розсіювання за чотирма напрямками світу можна побачити що найбільше розповсюдження пилу відбувається у західному напрямку на відстані у 20 м концентрація сягає 102,55 мг/м<sup>3</sup>, далі по зниженню у південному - 97,61 мг/м<sup>3</sup>; у північному - 94,80 мг/м<sup>3</sup>; В східному – 92,45мг/м<sup>3</sup>.

Зважаючи на розбіжність у фізичній характеристиці пилу доцільним є дослідження розповсюдження пилу в залежності від висоти (табл. 3.13-3.16).

*Таблиця 3.13*

Розсіювання викидів комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок на висоті 0 м від поверхні Землі

№ вузла сітки що відповідає значенню концентрації ГДК	Величина ГДК
1	50,631
2	104,592
3	150,553
4	196,514
5	242,475
6	288,436
7	334,397
8	380,358
9	426,319

Побудовані розсіювання викидів комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок по висоті зображенні на рис. 3.19 - 3.22.

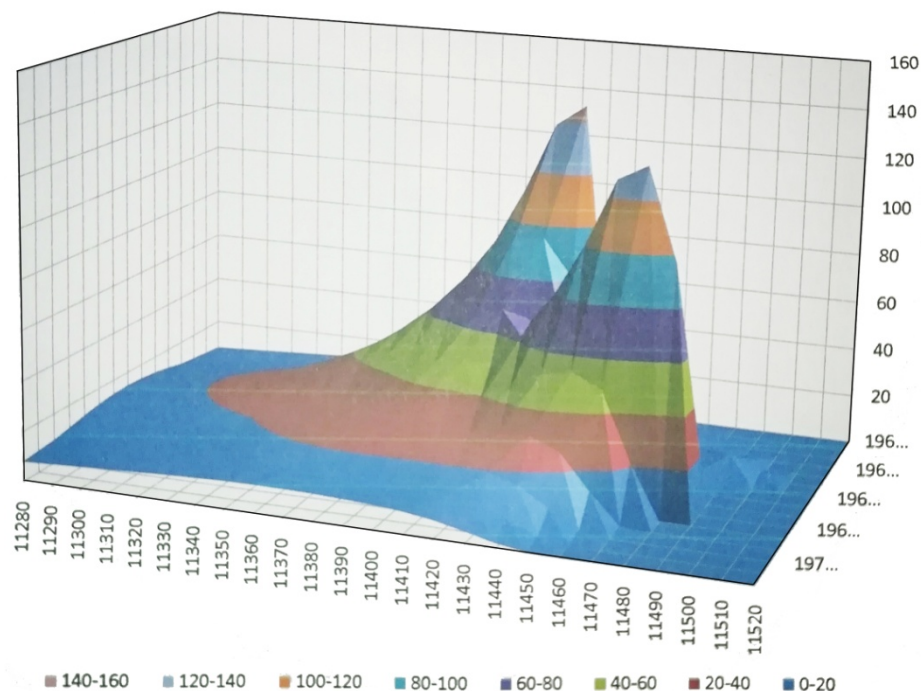


Рис. 3.19 – Розсіювання викидів комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок на висоті 0 м від поверхні Землі.

Значення часток ГДК у приземному шарі повітря перевищені у 70 разів в безпосередній близькості до джерел викиду та у 17 разів на відстані у 100 м (рис. 3.20).



Рис. 3.20 – Розсіювання викидів комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок на висоті 2 м від поверхні Землі



Таблиця 3.14

Розсіювання викидів комбикормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок на висоті 2 м від поверхні Землі

№ вузла сітки що відповідає значенню концентрації ГДК	Величина ГДК
1	123,145
2	233,620
3	344,094
4	454,569
5	565,044
6	675,519
7	785,994
8	896,469
9	1006,943

Значення часток ГДК в безпосередній близькості до джерел викиду перевищенні у 170 разів, а на відстані у 100 м у 40 разів.

Оскільки при розрахунку всім неорганізованим джерелам прийнято надавати висоту джерела у 2м, показники підтверджують небезпечність та не контрольованість неорганізованих джерел викиду (рис 3.21).



Рис. 3.21 – Розсіювання пилу на висоті у 10м від поверхні Землі

Таблиця 3.15

Розсіювання викидів комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок на висоті 10 м від поверхні Землі

№ вузла сітки що відповідає значенню концентрації ГДК	Величина ГДК
1	160,363
2	308,057
3	455,750
4	603,443
5	751,136
6	898,830
7	1046,523
8	1194,216
9	1341,910

На висоті у 10 м бачимо збільшення часток ГДК що свідчить не лише про висоту так званого факелу викиду, а й про вплив джерел з висотою до 10 м. У 220 разів перевищенні допустимі значення біля джерел викиду, та у 30 на відстані у 100 м (рис 3.22).

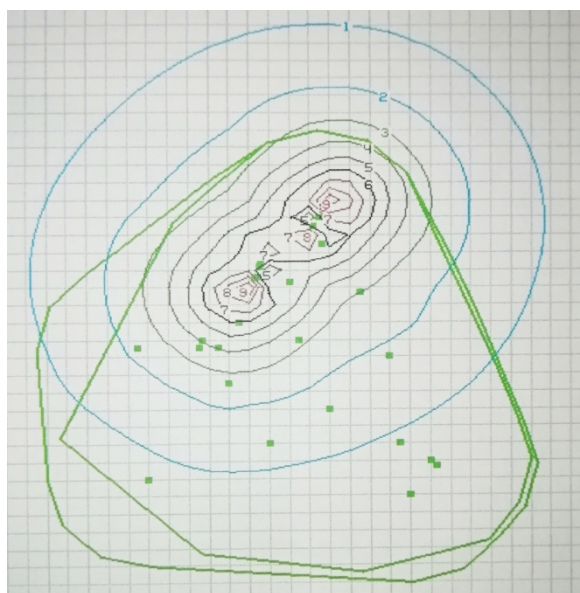


Рис. 3.22 – Розсіювання викидів комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок на висоті 20 м від поверхні Землі

Значне зменшення викидів спостерігається на висоті у 20 м, це свідчить що вплив організованих джерел менше вдвічі на відміну від неорганізованих. Але необхідно зазначити, що перевищення допустимих значень сягає декількох десятків разів, а саме 70 біля джерел та 17 разів на відстані у 100 м.

*Таблиця 3.16*

Розсіювання викидів комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок на висоті 20 м від поверхні Землі

№ вузла сітки що відповідає значенню концентрації ГДК	Величина ГДК
1	60,039
2	107,408
3	154,777
4	202,146
5	249,514
6	296,883
7	344,252
8	331,621
9	438,990

Дослідження розповсюдження комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок у вигляді твердих суспендованих частинок по висоті вказало на значний залишок пилу безпосередньо на земній поверхні, що спричиняє постійний перехід пилу з аерогельного стану в аерозольний.

Також підтверджується що найбільше утворення пилу на комбікормовому заводі відбувається від неорганізованих джерел викиду адже показники на висоті у 2 м вищі за показники на висоті у 80 м втричі, які й так перевищують ГДК у десятки разів.

Зміни концентрацій комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок показано на рис. 3.23

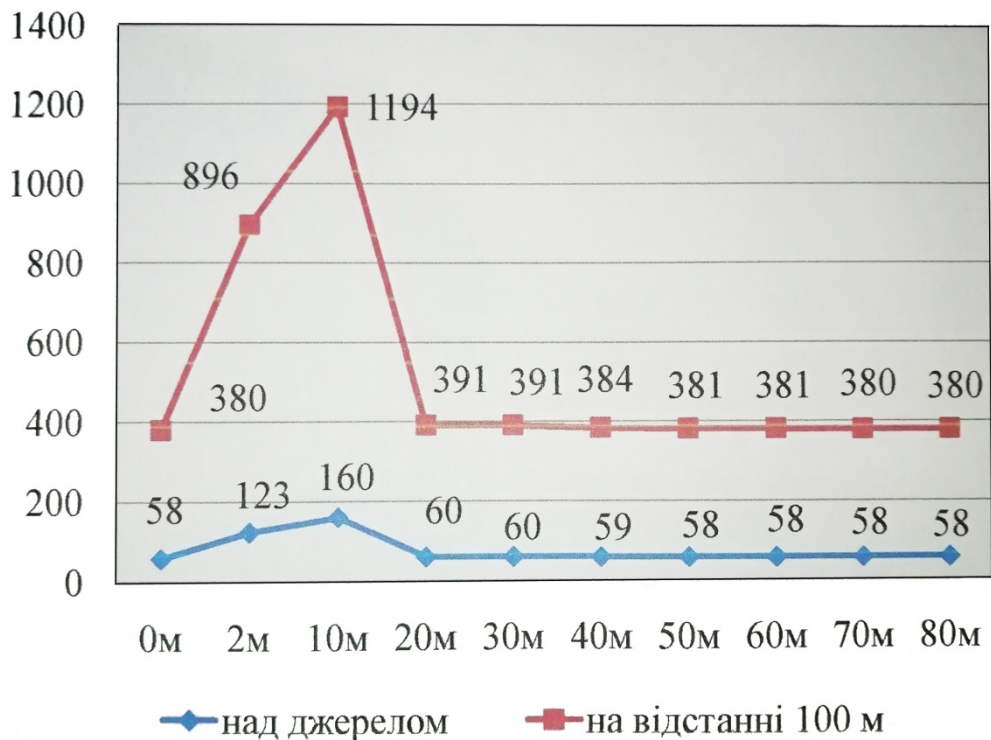


Рис. 3.23 – Дослідження розповсюдження викидів комбікормового підприємства у вигляді твердих суспендованих частинок по висоті.

Аналіз математичних моделей розподілу забруднюючих речовин в атмосферному повітрі дозволяє оцінити рівні забруднення атмосферного повітря кожним джерелом викиду підприємства на території підприємства, на межі СЗЗ та в житловій забудові. Завдяки врахуванню впливу повторюваності вітру, метеорологічних характеристик, параметрів джерел викидів на розповсюдження забруднення побудована модель наближена до реального стану забруднення довкілля типовим комбікормовим заводом.

### ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1) Розрахунки викидів від усіх джерел свідчать, що концентрація забруднюючої речовини більше за порогові значення у 30% джерел викиду. Дослідження по обсягам викидів кожного цеху показали, що найбільші викиди у розмірі 4,548183 т/рік виникають від елеваторів, наступним йде цех розсипних комбікормів з показником у 3,170984 т/рік. Втричі менші показники від елеваторів має цех гранульованих комбікормів. Найнижчий

викид становить 0,45871 т/рік від цеху готової продукції. Найбільша кількість пилу утворюється під час неорганізованого транспортування сировини чи готової продукції.

2) При побудові розсіювання та подальшого створення математичної моделі необхідно враховувати та використовувати всі коефіцієнти, які описують рельєф та забудову місцевості, характеристики джерел викидів, метрологічні показники, особливості забруднюючої речовини.

3) Дослідження розповсюдження пилу по висоті виявило, що на земній поверхні пил у аерогельному стані становить під джерелом  $58 \text{ мг/м}^3$ , на відстані у 100м  $380 \text{ мг/м}^3$ .

На висоті 2 м концентрація біля джерела  $123 \text{ мг/м}^3$  на відстані у 100 м  $896 \text{ мг/м}^3$  цим підтверджується, що найбільше утворення пилу на комбікормовому заводі відбувається від неорганізованих джерел викиду.

Показники починаючи з висоти у 20 м де концентрація становить  $107 \text{ мг/м}^3$  біля джерела і  $391 \text{ мг/м}^3$  на відстані у 100м починає зменшуватись і на висоті у 80 м становить  $104 \text{ мг/м}^3$  біля джерела і  $380 \text{ мг/м}^3$  на відстані у 100м.

Згідно створеної моделі розподілу викидів комбікормових заводів максимальне значення концентрації пилу становить  $252 \text{ мг/м}^3$  безпосередньо над джерелом викиду. На відстані 100 м від джерела, що відповідає СЗЗ концентрація дорівнює  $6,3 \text{ мг/м}^3$ . Усі дані перевищують ГДК Зона впливу складає 1 км. Треба зазначити, що лише на відстані та на висоті у 1 км показники не перевищують порогових значень.

Вимірювання розподілу викидів пилу є складним метрологічним завданням. Це обумовлене тим, що пил являє собою складну систему, яку, на противагу газоподібному середовищу, не можна описати в достатньому ступені одним або двома параметрами. Насамперед, пил майже завжди є полідисперсною системою, тобто характеризується широким спектром розмірів часток (від  $10^{-2}$  до  $10^2$  мкм). Крім того, форма й фізико-хімічні властивості часток пилу можуть бути найрізноманітнішими. Слід враховувати й часову зміну властивостей пилу.

При викиді в атмосферу однієї або більше односпрямованих забруднюючих речовин з кількох джерел, розташованих на відстані одне від одного, забруднення приземного шару атмосфери розраховують для кожного джерела. Отримані результати для кожної точки місцевості підсумовують з урахуванням падіння концентрації в напрямку перпендикулярному вітровому потоку у місці проведення вимірів.

Залежно від співвідношення валових викидів із джерел і відстані в перпендикулярному по відношенню до вітру напрямку максимальна сумарна концентрація забруднюючих речовин буде перебувати або на осі джерела більшої потужності, або між джерелами, ближче до джерела більшої потужності.

## РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИКИДІВ КОМБІКОРМОВИХ ЗАВОДІВ»

### 4.1 Опис ідеї проекту

В основу ідеї даного стартап-проекту закладено аналіз роботи комбікормових заводів з точки зору екологічних характеристик для подальшої оптимізації виробництва та зменшення кількості забруднюючих викидів в атмосферу.

Створення системи яка буде вимірювати викиди індивідуально для кожного замовника та розробка методів збору та використання інформації про технологічні процеси на підприємствах.

### ІНФОРМАЦІЙНА КАРТА ПРОЕКТУ

1. Назва проекту	Вдосконалення системи моніторингу технологічних викидів комбікормових заводів
2. Автори проекту	Богданов В.В.
3.Коротка анотація	Стартап присвячений створенню системи моніторингу підприємств які займаються виробництвом комбікормових виробів для зменшення кількості забруднення.
4. Термін реалізації проекту	18 місяців
	<i>Тривалість проекту (в місяцях)</i>
5.Необхідні ресурси	Ідея Інформаційні ресурси (18000 грн) ПК (23000 грн) Програмне забезпечення (30000 грн) Робоче приміщення (орендований офіс та обладнання) (50000 грн) Електроенергія (10000 грн)
	<i>Перелік усіх необхідних ресурсів (фінансових, матеріальних, інтелектуальних та ін.)</i>
6. Опис проблеми, яку вирішує проект	Низький рівень аудиту подібних підприємств

8. Головні цілі та завдання проекту	Завдання: ефективне та широке використання вдосконаленого способу вимірювання шкідливих викидів Ціль: забезпечити швидке та точне вимірювання шкідливих викидів.
9. Очікувані результати (Описати позитивні зміни, які відбудуться в результаті реалізації проекту після його завершення та в довгостроковій перспективі)	
Можливість використовувати даний метод на заводах які займаються комбікормовими виробами та систематизація екологічного моніторингу таких підприємств на предмет викидів які описуються в першій, другій та третій частині диплому.	

В даному розділі буде проведено аналіз стартап-проекту який має на меті визначити чи зможе наш продукт вийти на ринок і бути конкурентним з продуктами які вже зайняли на ньому своє місце.

*Таблиця 4.1.*

#### Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Вдосконалення способу вимірювання забруднення середовища	Виробництво, екологічний контроль	Менша вартість
		Покращена точність
		Простота у використанні
		Надійність

Проводимо аналіз потенційних техніко-економічних переваг порівняно з пропозиціями конкурентів:

- визначимо перелік техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;

- визначаємо коло конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-аналогів, або товарів-замінників, що вже існують на ринку, та проводимо збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;



– проводимо порівняння показників: визначено показники, що мають а) кращі значення (S, сильні); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) гірші значення (W, слабкі); (табл. 4.2).

Порівнюємо параметри системи з аналогами, що наявні на ринку, визначимо переваги та недоліки даних систем.

Конкурент 1 – Система Sintrol

Конкурент 2 – Система Emerson

Таблиця 4.2.

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту.

№ п/ п	Техніко- економічні Характеристи ки ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейт- раль на сторо на)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конку- рент1	Конку- рент2				
1	Вартість	105000	131000	115000		-	+	+
3	Мобільність	+	+	+		-	+	-
4	Діапазон вимірювання ГДК	0...800	0...800	0.1000		-	-	+
5	Торгова марка	Немає	Є	Є		+	-	-

У табл. 4.2. було визначено слабкі, сильні та нейтральні характеристики та властивості ідеї потенційного товару, що є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

#### 4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту.

Проведена операція об'єктивної оцінки потенціалу інновації як об'єкта комерціалізації. Через те, що комерціалізація технологій — тривалий і дорогий процес, та, перш ніж витратити чималі тимчасові й фінансові

ресурси, необхідно оцінити реальність продажу ідеї або винаходи або їх успішне перетворення в ринковий продукт.

Згідно ідеї проекту даний продукт буде реалізований за допомогою самостійних домовленостей бо він дає можливість організувати робочий моніторинг навколишнього середовища, дотримуючись розумний баланс між теорією і практикою виготовлення продукту.

Для створення технологічної частини, потрібно вибрати середовище програмування 4.3.

*Таблиця 4.3.*

#### Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Вдосконалення способу збору інформації та	Створення програми на замовлення у підприємства	Наявна	Недоступна
2	моніторингу навколишнього середовища	Самостійне виготовлення	Наявна	Доступна
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Оптимальну технологію реалізації проекту вибрано виготовлення елементів приладу самостійно.				

Результат технологічної готовності ідеї проекту вказує на те, що дану ідею можна реалізувати шляхом використання наявних на ринку технологій, які є доступними.

#### 4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

В даному підрозділі визначаємо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації.

Визначення ринкових можливостей дозволяє спланувати напрям розвитку, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4.

## Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	Невідомий
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Перевірка приладів на стандартних зразках, для підтвердження точності контролю
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	80%

За результатами аналізу, робимо висновок, що ринок має зростаючу динаміку і хороший попит на запропонований нами продукт та є привабливим для входження за попереднім оцінюванням.

Визначимо потенційні групи клієнтів та їх характеристики, яким можна запропонувати даний прилад (табл. 4.5).

Таблиця 4.5.

## Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Даний прилад надає ринку найкраще співвідношення ціна-якість, ніж його конкуренти.	Комбікормові заводи	Відносно не дорогі прилади які необхідні для створення системи моніторингу	Простота експлуатації, ефективність, збільшення діапазону вимірювання, економічність, висока якість сервісного обслуговування

В даній таблиці ми визначили фактори продукту які формують поведінку клієнтів відносно нашого продукту та їхні основні вимоги до продукту та сегменти ринку на якому будемо пропонувати наш продукт,.

При застосуванні даної технології існують певні загрози. Для попередження таких ситуацій необхідно якісне обладнання, а також працювати з такими програмами повинні висококваліфіковані фахівці. Також, повинно своєчасне технічне обслуговування даного продукту

Проведемо аналіз факторів загроз та можливостей при виведенні товару на ринок (табл 4.6 - 4.7).

*Таблиця 4.6.*

**Фактори загроз.**

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Конкуренція	Можливий вихід на ринок іноземних компаній конкурентів	Дослідження продукту конкурента та вдосконалення свого
2	Інфляція	Зміна курсу гривні, за рахунок чого можуть зменшитися продажі	Реалізація продукту в більш стабільній (іноземній) валюті та моніторинг економічної ситуації в країні
3	Наявність локального конфлікту на сході	Може вплинути на коло потенційних покупців	Пошук нових клієнтів на міжнародному ринку
4	Постачання	Проблема з фірмами постачальниками	Зміна політики закупівель
5	Технічний	Збоїв в програмі ч	Спрощення алгоритмів налаштування або впровадження постійної підтримки кваліфікованих техніків

В таблиці 4.6 ми визначили фактори загроз які перешкоджають ринковому впровадженню нашого проекту, а також можливу реакцію на фактор щоб звести до мінімуму його вплив.

Але поряд із колом загроз існують і певні можливості (таблиця 4.7).

*Таблиця 4.1.*

**Фактори можливостей**

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Науково-технічні	Зміниться технологія виготовлення товару	Впровадить технологію і змінить вартість товару
2	Попит	Хороші темпи зростання ринку	Збільшення продажів і отже прибутків компанії

*Продовження таблиці 4.2.*

3	Економічні	Політика протекціонізму; підтримка інноваційного виробництва.	Підвищення/пониження ціни на продукт; зменшення податкового тиску
4	Політико правові	Може вплинути на купівлю/продаж товару.	Зміна напрямків імпорту

В таблиці 4.7 ми визначили фактори можливостей які сприяють ринковому впровадженню нашого проекту, а вигоди які компанія може отримати відповідно від реакції на той чи інший фактор.

#### 4.4 Аналіз пропозицій ринку

Проведемо аналіз пропозиції ринку, з метою визначення загальної риси конкуренції на ринку (табл. 4.8).

*Таблиця 4.8.*

#### Ступеневий аналіз конкуренції на ринку.

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Тип конкуренції	Олігополія	Можливість домовленості з іншими олігополістами для отримання взаємної вигоди
2. Рівень конкурентної боротьби	Національний	Вдосконалення продукту і пошук можливості виходу на міжнародний ринок
3. За галузевою ознакою	Міжгалузева	Розширення ринку за рахунок збільшення попиту
4. Конкуренція за видом товарів	Товарно-видова	Вдосконалення та реклама для показу переваг
5. За характером конкурентних переваг	Нецінова	Вдосконалення свого продукту і при цьому невелике зменшення цін відносно конкурентів
6. За інтенсивністю	Не марочна	Розробка бренду і його активна реклама

В даній таблиці ми проаналізували ринок збуту нашого продукту і визначили загальні риси конкуренції на ньому.

Більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі за М. Портером приведений в табл. 4.9.

Таблиця 4.9.

Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	На даний момент на ринку присутні 2 прямі конкуренти які надають подібні послуги	Потенційними конкурентами є іноземні компанії які згодом можуть вийти на наш ринок. Патенти на продукти. Законодавчі обмеження. Гнучкі ціни.	Постачальниками являються аутсорсингові компанії які працюють на підприємства	Основними клієнтами є підприємства комбікормової промисловості. Розмір закупівель. Система інформації. Прибутки. Контроль якості.	Товарів замінників в існує не багато
Висновки:	Проводити аналіз конкурентних пропозицій, працювати над зниженням собівартості	Високий ризик входу нових гравців, адже вхідні бар'єри є не дуже високими. На даний момент потенційних конкурентів немає	Так як концентрація постачальників доволі висока вони не диктують умови роботи на ринку.	Для підприємств клієнтів все вагомим є питання ціни. Для задоволення їх потреб потрібно розробляти нові пропозиції і підтримувати якість продукту.	Підтримувати хороші позиції на ринку.

Проаналізувавши таблицю 4.9 робимо висновок що з огляду на конкурентну ситуацію на ринку можливість роботи на ринку присутня. Також ми визначили які характеристики повинен мати проект і які дії має проводити компанія, щоб бути конкурентоспроможною на ринку.

Після всіх аналізів визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. Поки проект не впроваджено в життя, це важко зробити точно, можна дати лише попередню оцінку конкурентоспроможності. проекту стосовно вузького кола замовників серед підприємств матеріального виробництва.

#### 4.5 Фактори конкурентоспроможності

На основі аналізу конкуренції (табл. 4.9), а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 4.2), вимог споживачів до товару (табл. 4.5) та факторів маркетингового середовища (табл. №№ 4.6-4.7) визначимо перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз факторів приведений в табл. 4.10.

Таблиця 4.10.

##### Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
	Велика кількість постачальників	Своєчасна доставка продукту в незалежності від ситуації на ринку постачальників
	Вартість	Зменшення вартості за рахунок використання вдосконаленого способу вимірювання.
	Діапазон вимірювання	Збільшення точності вимірювання викидів.
	Висока якість	Висока якість продукту яка дозволяє клієнту бути впевненим результатах досліджень

В таблиці 4.10 на основі аналізу проведеного в таблиці 4.9 визначили та обґрунтували фактори конкурентоспроможності нашого проекту.

##### 4.5.1 Аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 4.10) проведемо аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 4.11).

Таблиця 4.11. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «Вдосконалення системи моніторингу технологічних викидів комбікормових

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з («Вдосконалений спосіб вимірювання показника заломлення»)					
			-2	-1	0	+1	+2	
1	Невелика кількість постачальників	16					v	
2	Вартість	15			v			
3	Діапазон вимірювання	18					v	
4	Висока якість	15	v					

З таблиць 4.10 та 4.11 бачимо, що фактори конкурентоспроможності суттєві та мають великий позитивний внесок. Основною перевагою та головним досягненням є збільшення діапазону вимірювання та висока якість продукту.

#### 4.6 SWOT-аналіз стартап-проекту

Проведемо SWOT-аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 4.12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 4.11).

*Таблиця 4.12.*

#### SWOT аналіз стартап проекту

<p>Сильні сторони:</p> <p>За наявності патентів споживач впевнений в якості отриманого продукту.</p> <p>За рахунок хорошої підтримки ми закріплюємо свої позиції на ринку.</p> <p>Завдяки високій якості продукту приваблюються нові клієнти.</p>	<p>Слабкі сторони:</p> <p>Так як на ринку небагато постачальників, у клієнтів немає великого вибору продукту, компанії необхідно проводити рекламу свого продукту і збільшувати кількість його постачальників.</p> <p>За рахунок високої ціни клієнти обирають більш дешевий продукт, що призводить до втрати потенційного заробітку.</p>
<p>Можливості:</p> <p>Науково-технічні</p> <p>Попит</p> <p>Економічні</p> <p>Політико правові</p> <p>Екологія</p> <p>1. Вдосконалення продукту через впровадження нових технологій;</p> <p>2. Збільшення продаж;</p> <p>3. Отримання державних замовлень на отримання послуг;</p> <p>4. Розширення ринку за рахунок іноземних замовників;</p> <p>5. Зменшення податкового тиску, отримання тендерів на послуги.</p>	<p>Загрози:</p> <p>1. Цінова конкуренція в зв'язку з появою нових гравців на ринку.</p> <p>2. Різка зміна курсу гривні може привести до зменшення попиту, особливо з боку малих фірм.</p> <p>3. Політичні та економічні ризики ведення бізнесу;</p> <p>4. Втрата потенційних клієнтів через недостатню технічну підтримку;</p> <p>5. Зменшення продажів через несвоєчасне виконання замовлень.</p>

В таблиці 4.12 проводимо перелік сильних та слабких сторін проект. А також ринкових загроз та ринкових можливостей який складаємо на основі факторів загроз і можливостей який ми складали раніше. Ринкові загрози та



можливості на відміну від факторів ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

На основі SWOT-аналізу розробляємо альтернативи ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок.

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів.

#### 4.7 Альтернативи ринкової поведінки

Розробимо альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок. Та проаналізуємо визначені альтернативи з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 4.13).

*Таблиця 4.13.*

##### Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Стратегія нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу	Висока	2 роки
2	Стратегія компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями	Висока	1 рік
3	Стратегія виходу з ринку	Низька	

Проводимо аналіз розроблених нами альтернатив ринкового впровадження і з зазначених альтернатив обираємо ту яка має найбільшу ймовірність отримання ресурсів, а також є найшвидшою в реалізації.

Отже обираємо стратегію компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями.

#### 4.8 Розроблення ринкової стратегії проекту

Здійснимо опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.14).

Таблиця 4.14.

##### Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Підприємства	Висока	80%	66%	Середня
2	Наукові установи	Висока	70%	66%	Середня
Які цільові групи обрано: всі					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів ми обрали цільові групи, для яких будемо пропонувати прилад з вдосконаленим способом вимірювання та визначили стратегію охоплення ринку: стратегію зростання маркетингу.

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку.

Визначимо базову стратегію розвитку проекту (табл. 4.15).

Таблиця 4.15.

##### Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Підсилення сильних сторін стартапу за рахунок ринкових можливостей	Диференційовани й маркетинг	Якісний продукт, до якого прихильні споживачі, постійний зворотній зв'язок з клієнтами.	Стратегія диференціації

В таблиці 4.15 в залежності від обраного нами сегменту ринку обираємо стратегію розвитку нашого проекту на ринку.

Визначимо стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.16).

Таблиця 4.16.

## Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Ні	Передбачається розвиток ринку	Ні, не буде. Буде утворено унікальну продукцію	Зайняття конкурентної ніші

В таблиці 4.16 проводимо аналіз того як будемо поводити себе в конкурентній боротьбі і в залежності від прийнятих нами рішень обираємо стратегію конкурентної поведінки.

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробимо стратегію позиціонування (табл. 4.17). що полягає у формуванні ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 4.17.

## Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
	Вдосконалення продукту враховуючи побажання споживачів	Стратегія диференціації	Висока якість продукту. Формування лояльності і прихильності споживачів, підтримка вхідних бар'єрів.	Якість. Ціна. Зворотній зв'язок із виробником.

В даній таблиці формуємо комплекс асоціацій за якими споживачі будуть ідентифікувати наш торгівельний проект.

#### 4.9 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Сформуємо маркетингову концепцію товару, який отримає споживач. Для цього у табл. 4.18 підсумуємо результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 4.18.

Визначення ключових переваг концепції потенційного товару.

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Діапазон вимірювання	Можливість збільшення точності вимірювання.	Збільшений діапазон вимірювання.

Розробимо трирівневу маркетингову модель товару: уточняється ідея продукту та/або послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання (табл. 4.19).

Таблиця 4.19.

Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Вдосконалення систем моніторингу технологічних викидів комбікормових заводів Можна виділити наступні вигоди використання: Збільшення діапазону вимірювання; Підвищення швидкодії.		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1.Довговічність (немає строку давності)	Нм	Тх
	2. Гарантійний термін (довгий термін гарантійного обслуговування)	Нм	Е
	3.Досконалість виробничого	Нм	Тл
	4.Вартість обслуговування (Низька системи та її обслуговування)	Нм	Вр
	Якість: стандарти, нормативи, параметри тестування тощо		
	Розробка за стандартами, тестування		
Пакування вузлів та агрегатів			
Марка: назва організації-розробника + назва товару			
Вдосконалення системи моніторингу технологічних икидів комбікормових заводів			
III. Товар із підкріпленням	До продажу		
	Гарантія ,доставка		
Після продажу. Після продажне обслуговування			
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: свідоцтво на авторське право			

В таблиці 4.19 ми створюємо трьохрівневу модель нашого товару що включає задум товару та його вигоди, основі характеристики готового товару, спосіб його пакування та захисту від копіювання та плагіату.

Визначимо цінові межі, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар, яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субституту, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (табл. 4.20). Аналіз проводиться експертним методом.

*Таблиця 4.20.*

Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
	100-140 тис. грн	~135000грн	Високий	100000/150000 грн

В таблиці 4.20 проаналізовано ринкові ціни на товари аналоги та замінники, а також середній рівень доходів споживачів. За отриманими даними буду встановлена верхня та нижня межа на нашу програму.

Визначимо оптимальну систему збуту, в межах якого приймається рішення (табл. 4.21):

*Таблиця 4.21.*

Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
	Замовлення від підприємств	Прямий продаж клієнтам продукції	висока	Проведення збуту власними силами

Було розроблено концепцію маркетингових комунікацій між споживачами та виробниками. В нашому випадку це робота напряму з виробником та реалізації продукту через прямий продаж.

Розробимо концепцію маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 4.22).

Таблиця 4.22.

Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Гарантія якості Найсучасніші технології	Тематичні журнали, Інтернет	Ціна - якість Проведення виставок	Акцентувати увагу на якісний товар за помірними цінами, Показати, що товар затребуваний для сучасного ринку.	Ціна-якість

Результатом даного підпункту є ринкова програма яка включає концепцію збуту, просування, аналіз ціноутворення, вона залежить від цінностей та потреб потенційних клієнтів, переваги ідеї, стан ринку на якому буде впроваджено проект на даний момент та його динаміку, та відповідну обрану альтернативу поведінки на ринку

#### ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Узагальнюючи проведений аналіз стартап-проекту можна зробити висновок, що у даного проекту на даний момент є хороша можливість ринкової комерціалізації. У зв'язку з хорошою динамікою ринку на розроблений продукт буде хороший попит у споживачів, і з точки зору рентабельності проект обіцяє бути дуже прибутковим. З огляду на потенційні групи клієнтів перспективи впровадження проекту є дуже високими. Але за рахунок того, що на ринку вже є присутні аналоги продукту який розробляється бар'єр входження на ринок є досить високим. Тому для

успішного виходу на нього треба надати нашому продукту властивостей які будуть виділяти його серед конкурентів. На даний момент продукт є конкурентоспроможним але для підвищення довіри споживачів і формування своєї бази клієнтів необхідно:

Здійснити рекламну компанію.

Працювати над покращенням продукту.

Як альтернативний варіант впровадження нашого стартап-проекту для ринкової реалізації проекту доцільно обрати початок продаж нашого продукту в мережі інтернет і для якогось одного сегменту ринку, а тільки після закріплення на ринку вже починати шукати клієнтів в інших сегментах і пропонувати їм наш продукт. Також можна зробити висновок що для розширення ринку подальша імплементація проекту є дуже доцільною

Надалі є можливості вивести проект на міжнародний ринок. Це обумовлено тим, що прилад даного типу має меншу вартість та невисоке енергоспоживання за рахунок використання вдосконаленого способу вимірювання, який дозволяє реалізувати прилад з невисокою вартістю, в порівнянні з існуючими приладами, але точність якого не поступається серійним рішенням.

## ВИСНОВКИ

1. Проведено дослідження державної нормативно правової бази визначено, що регулювання викидів на території України та ЄС схожі. Відмінність полягає у розмірі допустимих викидів, податку на них та контролі державою відповідності ГДК на конкретному виробничому об'єкті. Проводиться поділ за галузями та потужностями виробничих підприємства. Викиди регулюються, в залежності від джерела утворення та засобів контролю.

2. Досліджено та визначено, що час роботи обладнання розглянутого підприємства, по виготовленню комбікормів, становить 2500 годин/рік. Кількість джерел викидів за участю технологічного обладнання виробництва комбікормів складає: 18 організованих, 10 неорганізованих та 1 пересувне джерело викидів.

3. Розрахунки викидів від усіх джерел свідчать, що відносні концентрації забруднюючої речовини, у приземному шарі повітря навколо підприємства по виробленню комбікормів, більші за порогові значення у 30% джерел викиду від загальної кількості, щодо організованих загальною кількістю 14, перевищення у 35% джерел, від 8 неорганізованих 25%.

4. У результаті проведених досліджень було проаналізовано характеристики пилу комбікормового підприємства. Було визначено, що в комбікормовому пилу містяться частинки (у %, по W) розмірами до 1 мкм - 8,3%, від 1 до 5 мкм - 16,6%, від 5 до 10 мкм - 24,8%, понад 10 мкм - 50,3%.

5. Дослідження, по обсягам викидів кожного цеху, показали, що найбільші викиди у розмірі 4,548183 т/рік утворюються від елеваторів. Наступним, за впливом викидів, слідує розсипник комбікормів з показником 3,170984 т/рік. Втричі менші показники викидів від елеваторів має цех гранульованих комбікормів. Найнижчий викид становить 0,45871 т/рік від цеху.

5. Побудовано розсіювання викидів на території досліджуваного підприємства. Дані свідчать про зону впливу у 1 км, тобто на такій відстані



за розрахунками концентрація не перевищує допустимі значення. На межі СЗЗ присутнє перевищення ГДК у 20 разів, не зважаючи на безпосередню близькість до джерела викиду. Показники розсіювання за вітром у 4 різних напрямках по сторонам світу на СЗЗ перевищенні в середньому у 20 разів, над джерелом викиду - у 0 разів. Побудовані діаграми розсіювання, в залежності від висоти, свідчать, що найбільший внесок в утворення викидів мілкодисперсних пилоподібних речовин створюють неорганізовані джерела викидів. Присутній значний стрибок показників ГДК від 4000 до 1000 часток на висоті 2м. Позитивним є те, що починаючи з висоти 20м відбувається значне зниження концентрації пилу, причому показники ГДК частково перевищують допустимі значення.

6. Проведено дослідження методик вимірювання пилу вибраними програмними засобами. Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин відображає інформацію про найбільшу із концентрацій у вузлах розрахункової сітки (відповідно до методики ОНД-86). Графічним зображенням результатів розрахунку рівня забруднення є карти поля забруднення приземного шару атмосферного повітря над територією розрахункової ділянки даною забруднюючою речовиною.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз методів математичного моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері/ В.В. Бойко, Л.Д. Пляцук // Вісник КНУ ім. Михайла Остроградського: Частина 1 – 2010. – 6/2010(65). – С. 1-4
2. Архипов В.А. Аэрозольные системы и их влияние на жизнедеятельность: Учебное пособие / В.А. Архипов, У.М. Шереметьева //Издательство Томского государственного педагогического университета. Томск – 2007. – 136 с
3. Балтренас П.Б. Методы и приборы определения физико-механических свойств пылей и аэрозолей [Текст] / П.Б. Балтренас, В. Шпакаускас. Вильнюс: Техника (P. Baltrenas, Methods and tools for determining the physical and mechanical properties of dusts and aerosols [Text] / P.B.Baltrenas, V.Shpakauskas. Vilnius: Engineering). — 1994. — 237 с/
4. Вертанов А. З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг [Текст]/А.З. Вартанов, А.Д. Рубан, В.Л. Шкуратник – М: Горная книга,2009, – 640с.
5. Вовна, А. Методы и средства измерения концентрации газовых компонент [Электронный ресурс] /А. Вовна, А. Зори, М. Хламов. – Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG,2012. – 244 с. – Режим доступа: <https://www.lap-publishing.com/catalog/>
6. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами), ДСП – 201- 97, затверджені наказом МОЗ України 1 серпня від 09 липня 1997р. №201
7. Електронний ресурс. Режим доступу : <https://ecfr.gov/>
8. Електронний ресурс. Режим доступу : <https://ellhow.ru/tvarini/5158-sklad-kombikormu.html>

9. Електронний ресурс. Режим доступу : <https://iso.org/iso/home/standarts.htm>
10. Електронний ресурс. Режим доступу : <https://medbib.in.ua>
11. Електронний ресурс. Режим доступу : <https://old.minjust.gov.ua/45875>
12. Електронний ресурс. Режим доступу : [https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994\\_913](https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_913)
13. Електронний ресурс. Режим доступу <http://ukrexport.gov.ua/w=view&id=3222&country=pol?new=933&country=ukr>
14. Закон України «Про охорону атмосферного повітря»
15. Збірник показів емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин різними виробництвами. Том 1 -3, Донецьк, 2008
16. Інформаційне агентство «AgroNews» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://agronews.ua/node/48203>
17. Методические рекомендации по ветеринарно – санитарной защите и совершенствованию технологии и организации производства на бройлерных предприятиях /[Луцьянова В.Д., Байдевятов А.Б., Луцьянов В.А. и др.]; под ред. В.Д. Луцьяновой. – Х., 1985. – 24 с.
18. Наказ №108 від 09.03.2006 «Про затвердження Інструкції про загальні вимоги до оформлення документів у яких обґрунтовується обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян - підприємців»
19. Наказ №177 від 10.05.2002 «Про затвердження Інструкції про порядок та критерії взяття на державний облік об'єктів, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря.
20. Наказ №7 від 10.02.95 Про затвердження Інструкції про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві

21. Нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел» Наказ №309 від 27.06.2006 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 серпня 2006 р. За №912/12786
22. Посібник до розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (до ДБН А.2.2 - 1 -2003), Харків, 2004.
23. Приміський В. П. Технологічні нормативи допустимих викидів забруднюючих речовин і їх інструментальних контроль [Текст]/ В.П. Приміський, Івасенко В.М., Корнієнко Д.Г. // Східно-Європейський журнал передових технологій. Харків, - 2014, -№3, - С.8-15.]
24. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация. И.М. Квашин
25. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектування і будівництві підприємств, будинків і споруд ДБН А.2.2 -1 – 2003. – Київ: Держбуд України, 2004.
26. Справочник по пыли и золоулавливанию/ М. И. Биргер, А. Ю. Вальдберг, Б. И. Мягков и др. Подобщ. Ред. А. А. Русанова – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат. 1983, - 312с.
27. Air emissions from Animal Feeding Operations: Current Knowledge, Future Needs (2003) Chapter: Appendix I: Emission for a Feed Milk or Grain Elevator
28. Emission factors for grain receiving and feed loading operations at feed mills B. W. Snaw, P.P. Buharivala, C.B. Parnell Jr., M.A. Demmy Transactions of the ASAE 1997 American Society Agricultural Engineers, p. 757-765
29. [http://studme.com.ua/13170204/ekologiya/osnovnye\\_svoystva\\_aerozoley.htm](http://studme.com.ua/13170204/ekologiya/osnovnye_svoystva_aerozoley.htm)